M636p

Sammlung Göschen

Die Pflanzenwelt

der Gewässer

von

Prof. Dr W. Migula

2044 106 406 309

a Göschen.

M636p

Harvard University

FARLOW
REFERENCE LIBRARY
OF
CRYPTOGAMIC BOTANY

und Professor an der Exportakademie des k. k. Handelsmuseums in Wien. Mit 19 Abbildungen u. 1 Karte. Nr. 129.

Altertümer, Die deutschen, von Dr. Franz Fuhse, Direktor d. städt. Museums in Braunschweig. Mit 70 Abbildungen. Nr. 124.

sammlung z. Differentialrechnung von Dr. Friedr. Junker, Professor am Realgymnasium u. a. d. Realanstalt in Ulm. Mit 42 Fig. Nr. 146.

— — II: Integralrechnung. Von Dr. Frdr. Junker, Professor am Realgymnasium u. an d. Realanstalt in Ulm. Mit 89 Fig. Nr. 88.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Analysis, Höhere, II. Repetitorium und Aufgabensammlung zur Integralrechnung von Dr. Friedrich Junker, Professor am Realgymnasium und an der Realanstalt in Ulm. Mit 50 Fig. Nr. 147.

— **Niedere,** von Prof. Dr. Benedikt Sporer i Ehingen. Mit 5 Fig. Nr. 53.

Arithmetik und Algebra von Dr. Herm Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr 47.

— — **Beispielsammlung** zur Arithmetik u. Algebra. 2765 Aufgaben, systematisch geordnet, von Dr. Hermann Schubert, Professor an d. Gelehrtenschule des Johanneums i. Hamburg. Nr. 48.

Astronomie. Größe, Bewegung u. Entfernung der Himmelskörper von A. F. Möbius, neu bearb. von Dr. W. F. Wislicenus, Professor an der Universität Straßburg. Mit 36 Abbild. u. einer Sternkarte. Nr. 11.

Astrophysik, die Beschaffenheit der Himmelskörper von Dr. Walter F. Wislicenus, Professor an der Universität Straßburg. Mit 11 Abbildungen. Nr. 91.

Aufsatzentwürfe von Oberstudienrat Dr. L. W. Straub, Rektor des Eberhard-Ludwigs-Gymnasiums in Stuttgart. Nr. 17.

Baukunst, Die, des Abendlandes von Dr. K. Schäfer, Assistent am Gewerbemuseum in Bremen. Mit 22 Abbildungen. Nr. 74.

Bewegungsspiele von Dr. E. Kohlrausch, Professor am Kgl. Kaiser-Wilhelms-Gymn. zu Hannover. Mit 14 Abbildungen. Nr. 96.

Biologie der Pflanzen v. Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr 127.

Biologie der Tiere I: Entstehung und Weiterbildung der Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur von Dr. Heinr. Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 33 Abbildungen. Nr. 131.

Biologie der Tiere II: Beziehungen der Tiere zur organischen Natur von Dr. Heinr. Simroth, Prof. an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbildungen. Nr. 132.

Brant. Hans Sachs und Johann Fischart nebst einem Anhang: Brant und Hutten. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr. Nr. 24.

Buchführung. Lehrgang der einfachen und doppelten Buchhaltung von Robert Stern, Oberlehrer der Oeffentl. Handelslehranstalt und Dozent der Handelshochschule zu Leipzig. Mit vielen Formularen. Nr. 115.

Buddha von Professor Dr. Edmund Hardy in Würzburg. Nr. 174

— s. auch: Religionsgeschichte, Indische.

Burgenkunde, Abriß der, v. Hofrat Dr. Otto Piper in München. Mit 29 Abbildungen. Nr. 119.

Chemie, Allgemeine und physikalische, von Dr. Max Rudolphi, Dozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt. Mit 22 Figuren. Nr. 71.

— **Anorganische,** von Dr. Jos. Klein in Waldhof. Nr 37.

— **Organische,** von Dr. Jos. Klein in Waldhof. Nr 38.

Cid, Der. Geschichte des Don Rui Diaz, Grafen von Bivar. Von J. G. Herder. Hrsg. u. erläutert von Prof. Dr. Ernst Naumann in Berlin. Nr. 36.

Dampfkessel, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch von Friedrich Barth Oberingenieur in Nürnberg. Mit 67 Fig. Nr. 9.

Dampfmaschine, Die. Kurzgefaßtes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktische Gebrauch von Friedrich Barth Oberingenieur in Nürnberg. Mit 48 Fig. Nr 8.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Dichtungen aus mittelhochdeutscher Frühzeit. In Auswahl mit Einleitungen u. Wörterbuch herausgegeben von Dr. Hermann Jantzen in Breslau. Nr. 137.

Dietrichepen. Kudrun und Dietrichepen Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek, Prof. an der Universität Münster. Nr. 10.

Differentialrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof am Realgymn. u. a. d Realanstalt in Ulm. Mit 68 Figuren. Nr. 87.

— Repetitorium u. Aufgabensammlung z. Differentialrechnung von Dr. Friedrich Junker, Prof. am Realgymnasium und an der Realanstalt in Ulm. Mit 42 Figuren. Nr 146.

Eddalieder mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Wilh. Ranisch, Gymnasialoberlehrer in Osnabrück. Nr. 171.

Eisenhüttenkunde von A. Krauß, dipl. Hütteningenieur. I. Teil: Das Roheisen. Mit 17 Fig. und 4 Tafeln. Nr. 152.

— — II. Teil: Das Schmiedeisen. Mit 25 Figuren und 5 Tafeln. Nr. 153.

Elektrizität. Theoret. Physik. III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 33 Abbildungen. Nr 78.

Erdmagnetismus, Erdstrom, Polarlicht von Dr. A. Nippoldt jr, Mitglied des Kgl. Preuß Meteorolog. Instituts zu Potsdam. Mit vielen Abbildungen u. Karten. Nr. 175.

Ethik von Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 90.

Europa. Länderkunde v. Europa v. Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen u. einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

Fernsprechwesen, Das, von Dr. Ludwig Rellstab in Berlin. Mit 47 Figuren und 1 Tafel. Nr. 155

Finanzwissenschaft v. Geh. Reg.-Rat Dr. R. van der Borght in Friedenau-Berlin. Nr. 148.

Fischart, Johann. Hans Sachs und Johann Fischart nebst einem Anhang: Brant und Hutten. Ausgewählt und erläutert von Professor Dr. Jul. Sahr. Nr 24.

Fischerei und Fischzucht v. Dr. Karl Eckstein, Prof. an der Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstlichen Versuchswesens. Nr 159.

Formelsammlung, Mathemat., u. Repetitorium der Mathematik, enth. die wichtigsten Formeln u. Lehrsätze der Arithmetik, Algebra, algebraischen Analysis, ebenen Geometrie, Stereometrie, ebenen u. sphärischen Trigonometrie, mathematischen Geographie, analyt. Geometrie der Ebene und des Raumes, der Differential- und Integralrechnung v. O. Th. Bürklen, Prof. a. kgl. Realgymn. in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.

— **Physikalische,** von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Nr. 136

Forstwissenschaft v. Dr Ad. Schwappach, Professor an d. Forstakademie Eberswalde, Abteilungsdirigent bei der Hauptstation des forstl. Versuchswesens. Nr. 106.

Fremdwort, Das, im Deutschen v. Dr. Rudolf Kleinpaul i. Leipzig. Nr. 55.

Geodäsie von Dr. C. Reinhertz, Professor an der Technischen Hochschule Hannover. Mit 66 Abbild. Nr. 102.

Geographie, Astronomische, von Dr. Siegm. Günther, Professor a. d. Technisch. Hochschule München. Mit vielen Abbildungen. Nr. 92.

— **Physische,** v. Dr. Siegmund Günther, Professor an der Kgl. Technischen Hochschule in München Mit 32 Abbildungen. Nr. 26

— siehe auch: Landeskunde — Länderkunde.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Geologie von Professor Dr. Eberh. Fraas in Stuttgart. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit über 50 Figuren. Nr. 13.

Geometrie, Analytische, d. Ebene von Professor Dr. M. Simon in Straßburg. Mit 57 Fig Nr 65.

— **Analytische, des Raumes** von Prof. Dr. M. Simon in Straßburg Mit 28 Abbildungen Nr. 89.

— **Darstellende**, von Dr Robert Haußner, Prof. an der Technischen Hochschule Karlsruhe. I. Mit 100 Figuren. Nr 142.

— **Ebene**, von G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Mit 111 zweif Figuren. Nr. 41.

— **Projektive**, in synthetischer Behandlung von Dr. Karl Doehlemann, Professor an der Universität München. Mit 85 zum Teil zweifarbigen Figuren. Nr. 72.

Geschichte, Bayerische, von Dr. Hans Ockel in Augsburg Nr. 160.

— **Deutsche, im Mittelalter** (bis 1500) von Dr. F. Kurze, Oberlehrer a. Kgl. Luisengymnasium in Berlin. Nr. 83.

— **Französische**, von Dr. R. Sternfeld, Professor an der Universität in Berlin. Nr. 85.

— **Griechische**, von Dr. Heinrich Swoboda, Prof. an d. deutschen Universität Prag. Nr. 49.

— **des alten Morgenlandes** von Dr. Fr. Hommel, Professor an der Universität München. Mit 6 Bildern und 1 Karte. Nr. 43.

— **Oesterreichische, I**: Von der Urzeit bis 1526 von Hofrat Dr. Frz. v. Krones, Professor an der Universität Graz. Nr. 104.

— — **II**: Von 1526 bis zur Gegenwart v Hofrat Dr. Frz v Krones, Professor an der Universität Graz. Nr 105.

— **Römische**, neu bearb. v. Realgymnasialdirektor Dr. Jul. Koch. Nr 19.

— **Sächsische**, von Prof. Dr Otto Kaemmel, Rektor des Nicolaigymnasiums zu Leipzig. Nr 100.

Geschichte der Malerei siehe: Malerei

— **der Musik** siehe: Musik.

— **der Pädagogik** siehe: Pädagogik.

— **der deutschen Sprache** siehe: Grammatik, Deutsche.

Gesundheitslehre. Der menschliche Körper, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E Rebmann, Oberrealschuldirektor in Freiburg i. B. Mit Gesundheitslehre v. Dr. med H. Seiler. Mit 47 Abbildungen u. 1 Tafel. Nr. 18.

Gletscherkunde von Dr. Fritz Machaček in Wien. Mit 5 Abbildungen. im Text und 11 Tafeln. Nr. 154.

Götter- und Heldensage, Griechische und römische, von Dr H. Steuding, Professor am Königl. Gymnasium in Wurzen. Nr. 27.

— — siehe auch: Heldensage. — Mythologie.

Gottfried von Straßburg. Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach u. Gottfried v Straßburg Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg in Pr. Nr. 22.

Grammatik, Deutsche, und kurze Geschichte der deutschen Sprache von Schulrat Prof. Dr. O. Lyon in Dresden. Nr. 20.

— **Griechische, I**: Formenlehre von Dr. Hans Meltzer, Prof. a. d. Klosterschule zu Maulbronn. Nr. 117

— — **II**: Bedeutungslehre und Syntax von Dr. Hans Meltzer, Prof. a. d. Klosterschule zu Maulbronn. Nr. 118.

— **Lateinische.** Grundriß der lateinischen Sprachlehre von Professor Dr. W. Botsch, Magdeburg. Nr 82.

— **Mittelhochdeutsche.** Der Nibelunge Nôt in Auswahl und Mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W. Golther, Professor an der Universität Rostock. Nr. 1.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Grammatik, Russische, von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag. Nr. 66.

— — siehe auch: Russisches Gesprächsbuch, - Lesebuch.

Harmonielehre von A. Halm in Stuttgart. Mit vielen Notenbeilagen. Nr. 120.

Hartmann von Aue, Wolfram von Eschenbach und Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch von Dr. K. Marold, Prof. am Kgl. Friedrichskollegium zu Königsberg in Pr. Nr. 22.

Hauptliteraturen, Die, d. Orients von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. I. II. Nr 162. 163.

Heldensage, Die deutsche, von Dr. Otto Luitpold Jiriczek, Professor a. d. Universität Münster. Nr. 32.

— siehe auch: Götter- und Heldensage. — Mythologie.

Herder, der Cid. Geschichte des Don Ruy Diaz, Grafen v. Bivar. — Herausg. und erläut. von Prof. Dr. Ernst Naumann in Berlin. Nr. 36.

Hutten. Hans Sachs und Johann Fischart nebst einem Anhang: Brant und Hutten. Ausgewählt und erläutert von Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr 24.

Integralrechnung von Dr. Frdr. Junker, Prof. am Realgymnasium und an der Realanstalt in Ulm. Mit 89 Figuren. Nr. 83.

— Repetitorium u. Aufgabensammlung zur Integralrechnung von Dr. Frdr. Junker, Professor am Realgym. und an der Realanstalt in Ulm Mit 50 Figuren. Nr. 147.

Kartenkunde, geschichtlich dargestellt von E. Gelcich, Direktor der k. k. Nautischen Schule in Lussinpiccolo und F. Sauter, Professor am Realgymnasium in Ulm, neu bearb. von Dr. Paul Dinse, Assistent der Gesellschaft f. Erdkunde in Berlin. Mit 70 Abb. Nr. 30.

Kirchenlied. Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16. Jahrh. Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen v. Professor G. Berlit, Oberl. am Nikolaigymnasium zu Leipzig. Nr. 7.

Klimalehre von Professor Dr. W. Köppen, Meteorologe d. Seewarte Hamburg. Mit 7 Tafeln und 2 Figuren. Nr. 114.

Kolonialgeschichte von Dr. Dietrich Schäfer, Professor der Geschichte a. d. Universität Berlin. Nr. 156.

Kompositionslehre. Musikalische Formenlehre von Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr. 149. 150.

Körper, Der menschliche, sein Bau und seine Tätigkeiten, von E. Rebmann, Oberrealschuldirektor in Freiburg i. B. Mit Gesundheitslehre v Dr. med. H. Seiler. Mit 47 Abbild. u. 1 Tafel. Nr. 18

Kudrun und Dietrichepen. Mit Einleitung und Wörterbuch von Dr. O. L. Jiriczek. Professor an der Universität Münster. Nr 10.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert

Kulturgeschichte, Deutsche, v. Dr. Reinh. Günther. Nr. 56.

Künste, Die graphischen, v. Carl Kampmann, Fachlehrer an d. k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 3 Beilagen und 40 Abbildungen. Nr. 75.

Kurzschrift. Lehrbuch der Vereinfachten Deutschen Stenographie (Einigungs-System Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesestücken und einem Anhang von Dr. Amsel, Oberlehrer des Kadettenhauses in Oranienstein. Nr. 86.

Länderkunde von Europa von Dr. Franz Heiderich, Professor am Franciско-Josephinum in Mödling. Mit 14 Textkärtchen und Diagrammen und einer Karte der Alpeneinteilung. Nr. 62.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Länderkunde der außereuropäischen Erdteile von Dr. Franz Heiderich, Professor am Francisco-Josephinum in Mödling. Mit 11 Textkärtchen und Profilen. Nr. 68.

Landeskunde des Königreichs Württemberg v. Dr Kurt Hassert Professor der Geographie an der Handelshochschule in Köln. Mit 16 Vollbildern und 1 Karte. Nr. 157.

Leben, Deutsches, im 12. Jahrhundert. Kulturhistor. Erläuterungen zum Nibelungenlied und zur Kudrun. Von Professor Dr. Jul. Dieffenbacher in Freiburg i. B. Mit 1 Tafel und 30 Abbildungen. Nr. 93.

Lessings Emilia Galotti. Mit Einleitung und Anmerkungen von Oberlehrer Dr. Votsch. Nr. 2.

— **Fabeln,** nebst Abhandlungen mit dieser Dichtungsart verwandten Inhalts. Mit Einleitung von Karl Goedeke. Nr. 3.

— **Minna v. Barnhelm.** Mit Anmerkungen v. Dr. Tomaschek. Nr. 5.

— **Nathan der Weise.** Mit Anmerkungen von den Professoren Denzel und Kraz. Nr. 6.

Licht. Theoret. Physik. II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 47 Abbildungen. Nr. 77.

Literatur, Althochdeutsche, mit Grammatik, Uebersetzung und Erläuterungen von Th. Schauffler, Professor am Realgymnasium in Ulm. Nr. 28.

Literaturen, Die, des Orients. I. Teil: Die Literaturen Ostasiens und Indiens von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent an der Universität Wien. Nr. 162.

— — II. Teil: Die Literaturen der Perser, Semiten und Türken von Dr. M. Haberlandt, Privatdozent a. d. Universität Wien. Nr. 163.

Literaturgeschichte, Deutsche, von Dr. Max Koch, Professor an der Universität Breslau. Nr. 31.

Literaturgeschichte, Deutsche, der Klassikerzeit von Dr. Carl Weitbrecht, Prof. an der Technischen Hochschule Stuttgart. Nr. 161.

— **Deutsche, d. 19. Jahrhunderts** von Dr. Carl Weitbrecht, Prof. a der Technischen Hochschule Stuttgart. I. II. Nr. 134. 135

— **Englische,** von Dr. Karl Weiser in Wien. Nr. 69.

— **Griechische,** mit Berücksichtigung der Geschichte der Wissenschaften von Dr. Alfred Gercke, Professor an der Universität Greifswald. Nr. 70.

— **Italienische,** von Dr. Karl Voßler, Privatdozent a. d. Universität Heidelberg. Nr. 125.

— **Römische,** von Dr. Hermann Joachim in Hamburg. Nr. 52.

— **Russische,** von Dr. Georg Polonskij in München. Nr. 166.

— **Spanische,** von Dr. Rudolf Beer in Wien. I. II. Nr. 167. 168.

Logarithmen. Vierstellige Tafeln und Gegentafeln für logarithm. und trigonometr. Rechnen in zwei Farben zusammengestellt von Dr. Herm. Schubert, Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg. Nr. 81.

Logik. Psychologie und Logik zur Einführung in die Philosophie von Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Figuren. Nr. 14.

Luther, Martin, Thomas Murner u. d. Kirchenlied des 16. Jahrhunderts. Ausgewählt u. mit Einleitungen u. Anmerkungen versehen von Prof. G. Berlit, Oberlehrer am Nikolaigymnasium zu Leipzig Nr. 7.

Magnetismus. Theoret. Physik. III. Teil: Elektrizität u. Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Universität Wien. Mit 33 Abbildungen. Nr. 78.

Malerei, Geschichte der, I. II. III. IV. V. von Dr. Rich. Muther, Prof. an der Universität Breslau. Nr. 107—111.

Sammlung Göschen. Je in elegantem Leinwandband 80 Pf.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Mathematische Formelsammlung und Repetitorium der Mathematik von O. Th. Bürklen, Prof. am Kgl. Realgymn. in Schw.-Gmünd. Mit 18 Figuren. Nr. 51.

Mechanik. Theoretische Physik. I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr Gustav Jäger, Prof. an d. Univ. Wien Mit 19 Abb Nr. 76.

Meereskunde, Physische, von Dr. Gerh. Schott, Abteilungsvorsteher bei der Deutschen Seewarte in Hamburg. Mit 28 Abbild. im Text und 8 Tafeln. Nr. 112.

Meteorologie von Dr. W. Trabert, Dozent a d. Universität u Sekretär d. k. k. Zentralanstalt f. Meteorologie in Wien. Mit 49 Abb. u. 7 Tafeln. Nr. 54.

Mineralogie von Dr. R. Brauns, Professor an d. Universität Gießen. Mit 130 Abbildungen. Nr. 29.

Minnesang und Spruchdichtung. Walther v. d Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang u Spruchdichtung. Mit Anmerkungen u. einem Wörterbuch v. Otto Güntter, Prof. a d. Oberrealschule u. a. d Tech. Hochschule in Stuttgart. Nr 23.

Morphologie, Anatomie u. Physiologie der Pflanzen. Von Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit vielen Abbildungen. Nr 141.

Murner, Thomas. Martin Luther, Thomas Murner und das Kirchenlied des 16 Jahrh Ausgewählt und mit Einleitungen und Anmerkungen versehen von Professor G. Berlit, Oberlehrer a Nikolaigymnasium zu Leipzig Nr. 7.

Musik, Geschichte der alten und mittelalterlichen, von Dr. A. Möhler. Mit zahlreichen Abbild. und Musikbeilagen. Nr. 121.

Musikal. Formenlehre (Kompositionslehre) v. Stephan Krehl. I. II. Mit vielen Notenbeispielen. Nr 149. 150.

Musikgeschichte des 19. Jahrhunderts von Dr. K. Grunsky in Stuttgart. I. II Nr. 164. 165.

Mythologie, Deutsche, von Dr Friedrich Kauffmann, Professor a. der Universität Kiel. Nr 15

— siehe auch: Götter- u. Heldensage. — Heldensage.

Nautik. Kurzer Abriß des täglich an Bord von Handesschiffen angewandten Teils d. Schiffahrtskunde. Von Dr. Franz Schulze, Direktor d. Navigations-Schule zu Lübeck. Mit 56 Abbildungen Nr. 84.

Nibelunge, Der, Nöt in Auswahl und Mittelhochdeutsche Grammatik mit kurzem Wörterbuch von Dr. W Golther, Professor an der Universität Rostock. Nr. 1.

— — siehe auch: Leben, Deutsches, im 12 Jahrhundert.

Nutzpflanzen von Professor Dr. J. Behrens, Vorstand der Großherz. landwirtschaft. Versuchsanstalt Augustenberg. Mit 53 Abb. ld Nr 123.

Pädagogik im Grundriß von Prof. Dr W Rein, Direktor des Pädagog Seminars an der Universität Jena Nr 12.

— **Geschichte der,** v. Oberlehrer Dr. H. Weimer i. Wiesbaden. Nr. 145

Paläontologie v Dr. Rud Hoernes, Professor an der Universität Graz. Mit 87 Abbildungen. Nr. 95

Perspektive nebst einem Anhang ü. Schattenkonstruktion u. Parallelperspektive von Architekt Hans Freyberger, Fachlehrer an der Kunstgewerbeschule in Magdeburg. Mit 88 Abbildungen. Nr. 57.

Petrographie von Dr. W. Brubns, Prof a. d. Universität Straßburg i E. Mit vielen Abbild. Nr 173.

Pflanze, Die, ihr Bau und ihr Leben von Oberlehrer Dr. E. Dennert. Mit 96 Abbildungen. Nr. 44.

Pflanzenbiologie v Dr W. Migula, Prof. a. d Techn. Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbild. Nr. 127

Pflanzen-Morphologie, -Anatomie und -Physiologie von Dr. W Migula, Professor an der Techn. Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr. 141.

Fortsetzung auf der achten Vorsatzseite

Sammlung Göschen

Die Pflanzenwelt der Gewässer

von

Professor Dr. W. Migula

Leipzig
G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
1903

M1636

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht, von der Verlagshandlung vorbehalten.

Druck von Carl Rembold Heilbronn.

Inhalt.

Seite

Einleitung. Das Wasser als Wiege des Lebens . . 5

1. Teil: Die Flora der Gewässer.

1. Kapitel: Die niedere Pflanzenwelt der Gewässer . . 8
   1. Die Wasserpilze 9
   2. Die Spaltalgen 19
   3. Kieselalgen oder Diatomeen 27
   4. Die Peridineen 37
   5. Die Grünalgen 38
   6. Die Braunalgen 56
   7. Die Rotalgen 59
2. Kapitel: Die Wassermoose 62
3. Kapitel: Die Wasserfarne 70
4. Kapitel: Die Blütenpflanzen 74
   1. Die schwimmenden Blütenpflanzen 76
   2. Die untergetauchten Blütenpflanzen 80
   3. Die Uferpflanzen 87

2. Teil: Das Pflanzenleben im Wasser.

1. Kapitel: Verschiedenartigkeit der Gewässer und ihrer Bewohner 90
   1. Meere und salzige Binnengewässer 91
   2. Binnenseen 93
   3. Moore und Torfsümpfe 95
   4. Fließendes Wasser 96
   5. Regenwasseransammlungen 97

Digitized by Google

2. Kapitel: Die Jahreszeiten im Waſſer 99
3. Kapitel: Die Verbreitung der Waſſerpflanzen . 103
4. Kapitel: Die Pflanzen der Thermen und des Eiſes . 107
5. Kapitel: Das Plankton 110
6. Kapitel: Die Waſſerpflanzen der Vorzeit 112

Einleitung.

Das Waſſer als Wiege des Lebens.

Die Naturwiſſenſchaften geben der Erde bereits ein langes Leben; ungemeſſene Zeiträume, die ſich nicht nach Jahrtauſenden oder Jahrhunderttauſenden abſchätzen laſſen, ſind vorübergerauſcht, ſeit das gasförmige Chaos ſich zu dem flüſſigen Erdball verdichtete und dieſer ſich mit einer feſten Rinde bedeckte. Aber von dieſem Zeitpunkt bis zu dem Augenblick, wo lebende Weſen auf der Erde ihre Daſeinsbedingungen fanden, vergingen wieder Zeiträume, die ſich jeder Berechnung entziehen. Und ſeit das erſte Leben ſich entwickelte, können ebenfalls ungezählte Millionen von Jahren vergangen ſein; hat man doch berechnet, daß ſeit Beginn der Steinkohlenzeit mehr als zehn Millionen Jahre verfloſſen ſind. Aber das ſind Schätzungen, die ſich vielleicht weit von der Wirklichkeit entfernen.

Als ſicher kann man nur annehmen, daß organiſches Leben auf der Erde erſt möglich wurde, als ſie ſich äußerlich unter den Siedepunkt des Waſſers abgekühlt hatte, und dieſes letztere aus der Atmoſphäre ſich niederſchlug und Anſammlungen auf der erſtarrten Oberfläche bildete. Wahrſcheinlich war ſogar eine Abkühlung weit unter den Siede-

punkt des Waſſers notwendig, denn wenn wir auch heute eine Anzahl Organismen kennen, die in verhältnismäßig heißen Quellen exiſtieren können, ſo ſind dies alles Arten, die mit den erſten auf der Erde aufgetretenen Weſen nichts gemein haben können.

Aber alle Anzeichen deuten darauf hin, daß die erſten lebenden Weſen Waſſerbewohner geweſen ſind. Wir müſſen annehmen, daß nur außerordentlich einfach gebaute Weſen den Ausgangspunkt aller Organismen gegeben haben, und ſolche Weſen konnten nur im Waſſer exiſtieren. In der Tat finden wir auch heute noch die niederſten Organismen ſämtlich unter den Waſſerbewohnern, und das ganze Reich der Protiſten lebt im naſſen Element. Wahrſcheinlich erſt ſehr ſpät wurde das feſte Land beſiedelt, welches dann freilich ſehr bald eine weit höhere Entwicklung ermöglichte. Sehr viele von den Landbewohnern kehrten ſpäter wieder zurück in die Wiege des Lebens, ſie wurden erſt wieder Waſſerpflanzen, nachdem ihre Vorfahren lange Zeit Landbewohner geweſen waren.

Wenn wir irgend eine Waſſeranſammlung, ein Torfmoor, einen See oder einen Bach näher betrachten, ſo ſehen wir freilich nur wenig von dem mannigfaltigen Leben, das er beherbergt; einige Waſſermooſe und vielleicht eine grüne, fädige Maſſe, ſonſt aber ſind die Pflanzen, die wir wahrnehmen, Blütenpflanzen. Erſt das Mikroſkop enthüllt uns die reiche Pflanzenwelt des Waſſers. Denn wenn wir auf dem Lande hauptſächlich die Blütenpflanzen entwickelt finden, ſo ſind es im Waſſer die mikroſkopiſch kleinen Algen, die dieſer Wohnſtätte ihren Charakter verleihen, und nur mit dem Mikroſkop laſſen ſich die Wunder der Waſſerwelt enthüllen. Es iſt eine Welt außerordent-

licher Zierlichkeit und Schönheit, eine unglaubliche Fülle von Formen, die uns überraſcht, die aber dem unbewaffneten Auge verborgen bleiben.

Freilich gibt es auch unter den Blütenpflanzen eine Anzahl Waſſerbewohner und auch dieſe zeichnen ſich entweder durch Eigenartigkeit oder Schönheit aus, nur wenige vermögen uns kein Intereſſe abzugewinnen. Die weiße Seeroſe iſt mit ihrer einfachen Schönheit der Gegenſtand unzähliger Sagen und Dichtungen geworden, wie die Lotosblume in den heißen Wäſſern des Südens. Auch die eintönigen Schilfwälder der Seeufer und Brüche zeigen eine ernſte, traurige Schönheit, welcher ſich niemand entziehen kann, der ſie erſt genauer kennen gelernt. Und wieder in den Waſſerlinſen ſehen wir Blütenpflanzen von wunderbar einfachem Bau, wie er keiner Landpflanze zukommt. Und zwiſchen Rohr und Schilf, zwiſchen dem Fadengewirr der untergetauchten Waſſerpflanzen treiben ſich zahlloſe Scharen kleiner und kleinſter Lebeweſen umher, in ſtetem Kampf gegeneinander, und ſelbſt wieder größeren zur Beute dienend. Das Leben im Waſſer iſt ein außerordentlich reiches und in ſeiner Eigenartigkeit ſo feſſelndes, daß jeder, der es einmal genauer kennen gelernt hat, immer von neuem zu ſeiner Beobachtung hingezogen wird.

I. Teil.

Die Flora der Gewässer.

1. Kapitel.

Die niedere Pflanzenwelt der Gewässer.

Nach der Zahl der Arten und Individuen nehmen die niederen Gewächse im Wasser den überwiegend größeren Teil der Pflanzenwelt ein. Gibt es doch eine Klasse, die Algen, welche ausschließlich, mit verschwindenden Ausnahmen, Wasserbewohner sind, und von denen wieder der größere Teil von mikroskopischer Kleinheit ist. Wenn wir aber das einzelne Individuum mit bloßem Auge auch nicht sehen oder doch nicht als Pflanze erkennen können, so sind doch viele Arten im stande, durch ihr massenhaftes Auftreten dem Wasser eine bestimmte Färbung zu verleihen, oder Gegenstände, die im Wasser liegen, mit einer eigentümlichen Schicht zu überziehen. So tragen auch diese kleinsten Wesen sehr oft zum Aussehen, zum Charakter einer Wasseransammlung bei.

Die beiden Gruppen mikroskopischer Wasserpflanzen sind sehr ungleich groß; die Wasserpilze, denen wir aus äußeren Gründen auch die Bakterien hier zuzählen wollen, sind, von den letzteren abgesehen, nur durch einige Arten vertreten, die Algen dagegen sind mit mehreren Tausend Arten im Wasser vertreten; sie sind die eigentlichen Wasserpflanzen, und wenn von den anderen Pflanzengruppen nur

einzelne sich ins Wasser verirrten, während ihr eigentliches Lebenselement das Land ist, liegen die Verhältnisse bei den Algen gerade umgekehrt.

1. Die Wasserpilze.

Zu den am tiefsten stehenden Organismen, die uns bekannt sind, gehören die Bakterien oder Spaltpilze. Es sind keine eigentlichen Pilze, sie stehen vielmehr den niedersten Algen einerseits, den niedersten Tieren (Flagellaten) andererseits näher, in ihrer Ernährungsweise dagegen schließen sie sich den Pilzen an. Sie vermögen nämlich nicht, wie die grünen Pflanzen, aus anorganischen Stoffen ihren Körper aufzubauen, sondern sind auf bereits vorhandene organische Substanz angewiesen. Diese entnehmen sie entweder lebenden Organismen, und sind dann echte Parasiten, oder toten Tier- und Pflanzenkörpern, und werden dann Saprophyten genannt.

Obgleich alle Bakterien an das Vorhandensein von Feuchtigkeit gebunden sind, kann man doch nur einen Teil derselben als typische Wasserbewohner ansehen. Freilich ist zur Zeit noch nicht hinreichend bekannt, welche Arten normalerweise in den verschiedenen Gewässern vorkommen, und welche nur vorübergehend, gleichsam als Gäste, darin auftauchen. Denn als echte Wasserbewohner kann man doch nur diejenigen Arten betrachten, die ihre Lebensbedingungen in den Gewässern dauernd gegeben finden. Hierzu gehört aber ein größerer Teil der Bakterien nicht, und besonders die parasitischen oder pathogenen Arten, wie Typhusbazillen, Choleravibrionen u. s. w. sind keine normalen Wasserbewohner. Sie können sich wohl

eine Zeitlang im Wasser am Leben erhalten, gehen aber jedoch über kurz oder lang zu Grunde.

Wir können aus der großen Zahl der im Wasser gefundenen Bakterien doch nur einige herausgreifen und wollen dabei hauptsächlich die Arten berücksichtigen, die als typische Wasserbakterien bekannt sind. Es sind dies gleichzeitig verhältnismäßig hochstehende Bakterien, die in ihrer Entwicklung mancherlei Eigentümlichkeiten aufweisen.

Alle Bakterien sind durchaus einzellige Wesen; zuweilen sind indes mehrere Individuen, Zellen zu einer Familie, einem Faden, einem Täfelchen oder einem Paket verbunden. Jede Zelle besteht aus einer Membran und dem plasmatischen Inhalt, der gewöhnlich keine besonderen Differenzierungen zeigt. Ein typischer Zellkern fehlt den Bakterien; dagegen beobachtet man zuweilen mehrere kleine Körnchen im Innern. Auch ein großer zentraler Zellsaftraum ist in der Zelle beobachtet worden. Zuweilen ist die Membran in ihren äußeren Schichten gallertartig aufgequollen. Manche Arten sind beweglich und besitzen Geißeln als Bewegungsorgane, die entweder regellos über den Körper zerstreut sind, oder an den Polen stehen. Die Zellen sind kugelig, zylindrisch oder schraubig gekrümmt, sehr klein, etwa $^1/_{1000}$ mm dick, oft noch viel dünner, bis etwa sechsmal so lang bei stäbchenförmigen Arten. Die Vermehrung geschieht durch einfache Zweiteilung der Zelle, die bei rasch wachsenden Arten unter günstigen Verhältnissen etwa alle 20 Minuten erfolgen kann. Einige Arten bilden Sporen im Innern der Zelle, fast stets nur eine in jeder Zelle, indem sich das Plasma unter Wasserausstoßung zu einem kleinen, stark lichtbrechenden, von einer derben Membran umgebenen Körperchen zusammenzieht. Diese

Sporen besitzen große Widerstandsfähigkeit gegen schädliche äußere Einwirkungen, namentlich oft in staunenswertem Grade gegen Hitze; es sind Arten bekannt, deren Sporen stundenlanges Kochen ohne Schädigung ertragen. Unter günstigen Verhältnissen keimen die Sporen zu neuen vegetativen Zellen aus.

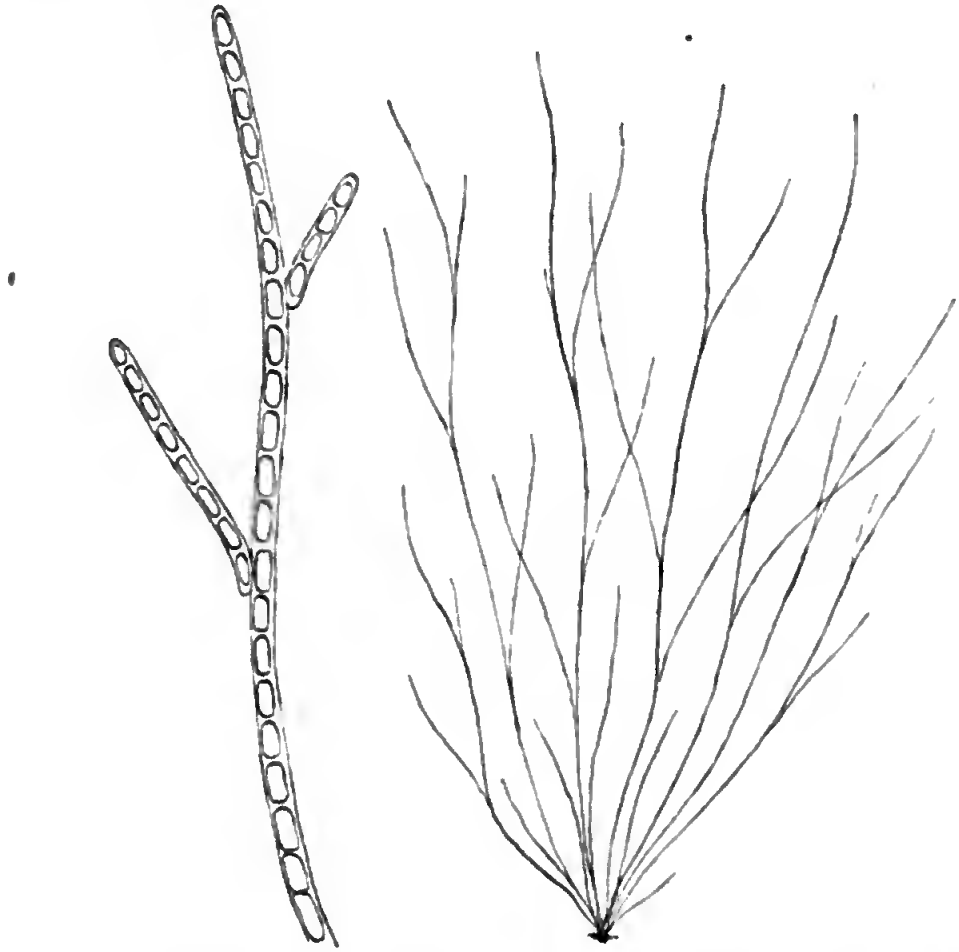


Fig. 1. Sphaerotilus dichotomus. Links ein stärker vergrößerter Zweig.

Von den Wasserbakterien mag hier zunächst eine weit verbreitete Art, Sphaerotilus dichotomus (Cladothrix dichotama Cohn) näher beschrieben werden. Es sind verzweigte, von einer Scheide umgebene Zellfäden, die meist in Büscheln zusammen an irgend welchen Gegenständen im Wasser festsitzen. (Fig. 1.). Bei reichlicher Entwicklung im

Abflußwasser von Fabriken u. s. w. kommt es oft zur Bildung flutender, watteartiger, schmutzigweißer Massen, doch wird die Art hier oft durch einen nahen Verwandten, Sphaerotilus natans, vertreten. Die Zellen sind ungefähr 2—3 μ lang, 1 μ dick;[1] junge Fäden lassen übrigens eine Gliederung in einzelne Zellen nicht erkennen, auch die Scheide ist anfangs nicht gut sichtbar. Später, bei starker Zellteilung, welcher ein entsprechendes Wachstum der Scheide nicht folgt, reißt diese an irgend einer Stelle auf und es drängt sich eine Zelle des Fadens mit der Spitze heraus, durch weitere Teilung die Verzweigung, die man hier als Pseudodichotomie bezeichnet, hervorbringend. Die Vermehrung erfolgt durch schwärmende Conidien, die aus den vegetativen Zellen hervorgehen, indem sich seitlich unterhalb eines Poles ein Büschel Geißeln entwickelt. Die Zellen selbst enthalten helle Körnchen, vielleicht Öltröpfchen. Sphaerotilus dichotomus ist sehr verbreitet, namentlich aber in Wässern mit reichlichen Mengen organischer Substanz, in Sümpfen, verunreinigten Flüssen und Bächen, Fabrikabwässern u. s. w.

Fig. 2. Crenothrix Kühniana.

Eine andere Wasserbakterienart, Crenothrix Kühniana, ist an das Vorhandensein von Eisen im Wasser gebunden (Fig. 2). Sie bilden unverzweigte Fäden, die einen deutlichen Gegensatz zwischen der schmaleren Basis und der breiteren Spitze erkennen lassen. Die Fäden selbst stellen eine aus zylindrischen Zellen gebildete einfache, von einer Scheide

[1] 1 μ = $^1/_{1000}$ Millimeter.

umgebene Reihe dar. Die Scheide ſpeichert oft große Mengen von Eiſenocker, und die Räschen der Crenothrix ſind dann oft intenſiv bräunlich gelb gefärbt. Die Vermehrung der Zellen erfolgt durch Querteilung; ſpäter teilen ſich die Zellen in den dickeren Fäden nach drei Richtungen des Raumes, die Teilungsprodukte runden ſich ab und werden als unbewegliche Conidien aus der Scheide ausgeſtoßen. Sie ſetzen ſich irgendwo feſt und keimen zu neuen Fäden aus. Die Crenothrix iſt vielfach auch in reinerem Waſſer, namentlich in Waſſerleitungen, beobachtet worden und hier zuweilen in ſolcher Maſſe aufgetreten, daß ſie zu höchſt unliebſamen „Waſſerkalamitäten“ Veranlaſſung gegeben hat. Die Räschen haben nämlich nicht nur bei einer ſolchen Maſſenvegetation die Röhren der Leitung verſtopfen können, ſondern die losgeriſſenen Flocken ſammelten ſich ſtellenweiſe in ſolchen Mengen an, daß ſie durch Mangel an Sauerſtoff abſtarben und in Fäulnis übergingen, ſo daß das Waſſer völlig ungenießbar wurde. Aber auch ſelbſt in geringeren Mengen vermag die Crenothrix oder der Brunnenfaden, wie ihr deutſcher Name lautet, das Waſſer durch die darin umherſchwimmenden braunen Flöckchen unappetitlich zu machen. Eine ſolche Kalamität iſt in vielen Städten, auch in Berlin, früher durch den Brunnenfaden hervorgerufen worden. Jetzt beſitzt man glücklicherweiſe ein ſicheres Mittel, ähnlichen Vorkommniſſen vorzubeugen, man braucht nämlich dem Waſſer nur das Eiſen zu entziehen. Das gelingt verhältnismäßig leicht, indem man es über Schlackeſtücke rieſeln läßt, wobei infolge der Einwirkung des Luftſauerſtoffs das im Waſſer gelöſte kohlenſaure Eiſenoxydul ausgefällt wird. Damit iſt aber dem Brunnenfaden die wichtigſte

Lebensbedingung entzogen, denn wie es scheint, ist ihm das Vorhandensein dieser Eisenverbindung zur Existenz absolut notwendig. Deshalb ist Crenothrix auch nur da zu erwarten, wo das Wasser eisenhaltig ist.

Eine andere Wasserbakterienart mit ähnlichen Ansprüchen ist die Ockeralge, Chamydothrix ochracea (Leptothrix ochracea Kütz). Sie bildet einfache, von einer Scheide umschlossene Fäden, deren Zellen sich aber stets nur nach einer Richtung teilen. Die Scheiden lagern ebenfalls massenhaft Ocker ab, und die Pflanze findet sich ebenfalls nur in eisenhaltigen Wässern. Hier, namentlich in Sümpfen mit eisenhaltigem Wasser, bildet sie oft einen dicken gelblichen oder bräunlichen Schlamm, der sich unter dem Mikroskop als aus den zumeist leeren Scheiden der Ockeralge bestehend erweist. Diese beiden Arten nebst einigen anderen, weniger verbreiteten, hat man wegen ihrer Beziehungen zum Eisen als „Eisenbakterien" zusammengefaßt.

Wesentlich andere Eigenschaften besitzen die „Schwefelbakterien", ebenfalls typische Wasserbewohner". Sie sind unter dem Mikroskop meist schon durch die zahlreichen, stark lichtbrechenden, aus Schwefel bestehenden Körnchen im Zellinhalt zu erkennen. Ihr Vorkommen beschränkt sich auf Wasser mit Schwefelwasserstoffgehalt, also auf Schwefelthermen, auf Wässer mit reichlichen Mengen organischer Substanzen, durch deren Fäulnis Schwefelwasserstoff frei wird, oder auf Wässer, die reichlich Sulfate enthalten, welche durch andere Bakterienarten zersetzt werden.

Die Schwefelbakterien besitzen nämlich die eigentümliche Eigenschaft, den Schwefelwasserstoff zu oxidieren, und den dabei entstehenden Schwefel in ihrem Innern zu speichern. Tritt Mangel an Schwefelwasserstoff ein, so

wird der gespeicherte Schwefel weiter oxydiert. Bei ihnen wird also der Atmungsprozeß durch Schwefelwasserstoff resp. Schwefel unterhalten, während bei anderen Organismen Kohlehydrate und Fette veratmet werden. Bei dauerndem Mangel an Schwefelwasserstoff gehen die Schwefelbakterien zu Grunde.

Die Schwefelbakterien sind entweder farblos, wie die weitverbreitete Beggiatoa, oder sie sind durch einen pfirsichblütroten Farbstoff, das Bakteriopurpurin, ausgezeichnet, und man nennt sie dann Purpurbakterien. Die letzteren sind in zahlreichen Arten, namentlich in Tümpeln und Sümpfen mit stehendem Wasser verbreitet und überziehen hier oft die Wasserpflanzen auf der dem Licht abgewendeten Seite mit einer dichten pfirsichblütfarbenen Schicht. Auch in manchen Gegenden der Meeresküste, z. B. unweit Kopenhagen, bilden sie geradezu Massenvegetationen. Faulende Wasserpflanzen, namentlich Algen, Wasserlinsen u. s. w. liefern ihnen die Nährstoffe. Bei uns, im Binnenlande, wird man sie in Wasserlöchern mit dichter Decke von Wasserlinsen selten ganz vermissen. Besonders verbreitet ist eine als Chromatima Okenii beschriebene Art, kleine, elipsoidisch-zylindrische, bewegliche Körperchen mit polaren Geißeln.

Die weißen Schwefelbakterien, unter denen namentlich Beggiatoa alba (Fig. 3) fast stets an geeigneten Örtlichkeiten zu finden ist, überziehen in schwefelhaltigen Thermen oft alle Gegenstände mit einer dicken weißen Schicht. Beggiatoa bildet lange, scheinbar ungegliederte Fäden, die bei reichlichem Vorhandensein von Schwefelwasserstoff prall mit stark lichtbrechenden, je nach der Einstellung des Mikroskopes bald schwarz, bald helleuchtend erscheinenden Schwe-

felkörnchen gefüllt sind. Eigentümliche Bewegungserscheinungen machen sich an einem Beggiatoa-Faden bemerkbar. Bringt man ein Schlammpartikelchen mit Wasser unter das Mikroskop, so sieht man etwa vorhandene, durch die Schwefelkörnchen kenntliche Beggiatoa-Fäden sich langsam aus der Schlammschicht hervorschieben. Bei starker Vergrößerung und genauer Beobachtung nimmt man ferner wahr, daß die Fäden sich dabei um ihre Achse drehen, daß sie sich also gewissermaßen bohrend fortbewegen. Worauf diese eigentümliche Bewegung zurückzuführen ist, ist zunächst noch unbekannt, da man irgend welche besondere Bewegungsorgane, z. B. Geißeln, nicht gefunden hat.

Fig. 3.
Beggiatoa alba

Von den echten Pilzen sind fast nur gewisse Algenpilze (Phycomyceten) Wasserbewohner und unter diesen wieder besonders die Chitridiaceen und Saprolegniaceen. Die ersteren sind durchweg Parasiten und schmarotzen meist in Algen oder niederen Tieren. Als Beispiel der ziemlich formreichen aber wenig auffallenden Gruppe mag hier Polyphagus Euglenae beschrieben werden, der auf einer Flagellate, Euglena, sich entwickelt.

Euglena viridis ist ein ungemein häufiger und stets in Massen auftretender Organismus, der sich unter den Flagellaten durch seinen reichen Gehalt an Chlorophyll auszeichnet. Auf verunreinigtem Wasser, selbst in Düngerjauche, in Pfützen auf Wegen u. s. w. sieht man oft grüne

Färbung der Flüssigkeit oder dünne grüne Häute auf der Oberfläche, die meist von enormen Mengen dieser mikroskopisch kleinen einzelligen Flagellate gebildet werden. Fast ebenso häufig stellen sich aber in solchen Massenvegetationen der Euglena auch ihre Feinde ein, unter denen Polyphagus Euglenae einer der verderblichsten ist. Das Mycel dieses Pilzes ist einzellig, aber reichlich nach allen Richtungen hin verzweigt. Trifft einer dieser Zweige auf eine Euglena-Zelle, so dringt er in dieselbe ein, verdickt sich und entzieht ihr Nährstoffe, wodurch sie rasch zerstört wird. Später entwickelt der Pilz zahlreiche Schwärmsporen, welche durch eine ziemlich lange Geißel ausgezeichnet sind. Durch die enorm rasche Vermehrung vermag der Pilz eine ganze Euglena-Vegetation in kurzer Zeit völlig zu vernichten.

Unter den Saprolegniaceen sind einige Arten echte Parasiten und könnten namentlich unter Fischen bösartige Epidemien hervorrufen, die meisten sind Saprophyten, die auf toten Insekten oder faulenden Pflanzenstoffen leben. Man braucht, um sicher irgend welche Saprolegnien zu erhalten, nur einige tote Fliegen in ein Gefäß mit Sumpfwasser zu werfen; nach einigen Tagen sind sie mit einer zarten flockigen Schicht von Saprolegnien bedeckt.

Besonderes Interesse beansprucht eine Art, Leptomitus lacteus, (Fig. 4) durch seine oft enorme Entwicklung in verunreinigten Wasserläufen. Er kann hier dicke, mit grauweißen Flocken behangene, flutende Stränge bilden, die mitunter fast den ganzen Wasserlauf verstopfen, bei Eintritt warmer Witterung oder plötzlich eintretendem Nahrungsmangel absterben, in Fäulnis übergehen und den Wasserlauf vollkommen verpesten. Auch Leptomitus ist

trotz seiner reichen Verzweigung durchaus einzellig; die langen, rispig verzweigten Fäden sind ziemlich dünne, in gewissen Abständen ringförmig eingeschnürte Schläuche, welche sehr rasch wachsen und an ihren Enden Sporangien bilden, in denen zahlreiche Schwärmsporen entstehen.

Fig. 4.
Leptomitus lacteus.

Andere Saprolegnien bilden keine solche Massenvegetation. Sehr verbreitet ist Saprolegnia monoica, deren steif abstehende, bis 1 cm lange und beinahe $^1/_{10}$ mm breite Fäden auf toten Insekten, Fröschen, Fischen (auch lebenden) Krebsen u. s. w. vorkommt und den Körper derselben wie mit einer graulichweißen Wolke umgibt.

Mit Ausnahme der wenigen, in Massenvegetation vorkommenden Arten, sind die Wasserpilze nicht geeignet, dem Charakter des Wassers ein besonderes Gepräge zu verleihen; meist fallen sie erst dem Kundigen auf, während sie von den meisten Menschen auch da, wo sie mikroskopisch wahrnehmbare Ansiedelungen bilden, gar nicht gesehen oder beachtet werden.

2. Die Spaltalgen.

Mit den Spaltpilzen zusammen bilden die Spaltalgen (Cyanophyceen, Schizophyceen) die am tiefsten im Pflanzenreich stehende Gruppe der Spaltpflanzen (Schizophyta). Sie sind sehr einfach organisiert, aber doch bereits bedeutend höher als die Bakterien; sie besitzen einen deutlich abgegrenzten, farblosen Zentralkörper, eine gefärbte Rindenschicht und eine Membran, sind zwar in der Form der Zelle den Bakterien ähnlich, aber doch bedeutend größer und weichen von diesen hinsichtlich ihrer Lebensweise insofern ab, als sie sich wie andere grüne Pflanzen ernähren, d. h., Kohlensäure assimilieren können. Wahrscheinlich ist dabei freilich, daß wenigstens einige Arten (Oscillarien) auch organische Nährstoffe aufnehmen; darauf deutet wenigstens ihr Vorkommen in verunreinigten Wässern hin.

Der ihnen eigentümliche Farbstoff, das Phycocyan, ist gewöhnlich blaugrün oder durch andere beigemengte Farbstoffe spangrün, olivgrün, stahlblau u. s. w., stets ist außerdem auch noch Chlorophyll vorhanden. Hiernach ist die Färbung der Spaltalgen eine sehr verschiedenartige, aber niemals rein chlorophyllgrüne, wodurch sich eine Unterscheidung gegenüber anderen Algen leicht ermöglichen läßt.

Die Spaltalgen sind zum weitaus größten Teil Wasserbewohner; einige kommen auch auf feuchter Erde, oder zwischen Moos (Symploca), andere regelmäßig im Gewebe höherer Pflanzen, z. B. in Cycasarten u. s. w. vor. Ihre Vorliebe für Wässer mit reichlichem Gehalt an organischen Stoffen bringt es mit sich, daß sie besonders in Wasserläufen, die Fabrikabwasser führen, in Sümpfen mit

sich zersetzenden Pflanzenteilen, in Pfützen, auf Gänseweiden u. s. w. anzutreffen sind.

In unsern Torfmooren, besonders im Gebirge, treffen wir eine der am einfachsten gebauten, aber zierlichsten Arten, Chroococcus turgidus (Fig. 5). Es sind einzelne, prachtvoll blaugrüne, rundliche Zellen mit starker Gallertmembran; zuweilen finden sich zwei semmelförmig zusammenhängende Zellen oder selbst vier zu einem Täfelchen vereinigt. In den Hochmooren bevorzugt er die kleinen Wasseransammlungen und kann hier den dunkelbraunen Torfboden mit einer schön blaugrünen Schicht überziehen. Übrigens läßt sich dieser Organismus auch jahrelang kultivieren.

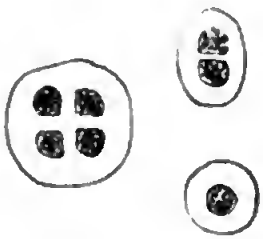


Fig. 5 Chroococcus turgidus.

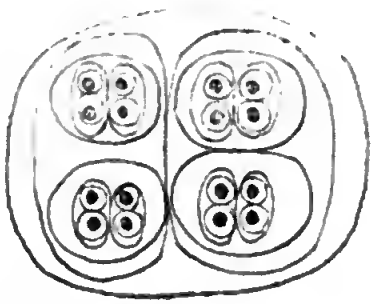


Fig. 6. Gloeocapsa.

An überrieselten Felsen kommt eine Verwandte des vorigen Organismus, die Gattung Gloeocapsa in verschiedenen Arten vor (Fig. 6). Sie ist dadurch ausgezeichnet, daß die gallertartigen Membranen der Mutterzellen bei der Teilung erhalten bleiben, während sich jede Tochterzelle mit einer neuen Membran umgibt. Dadurch erscheinen die jüngeren Generationen immer in die Membran der jeweils älteren eingeschachtelt, wodurch ganz eigenartige Zellkolonien entstehen. Oft sind die Gallerthüllen noch besonders gefärbt, z. B. rötlich bei Gloeocapsa san-

guinea, wodurch ein eigentümlicher Kontraſt gegenüber dem blaugrünen Zellinhalt entſteht.

Vereinzelt zwiſchen anderen Algen findet man im Waſſer von Sümpfen oder Teichrändern manchmal eine ſehr zierliche Cyanophycee, eine Merismopedia, deren kleine, blaugrüne Zellen zu zierlichen Täfelchen angeordnet ſind. In den Täfelchen ſind je 4 Zellen einander genähert.

Unter den fadenbildenden Spaltalgen ſtehen die Oscillarien (Fig. 7) am tiefſten; auch in ihrer Ernährung ſcheinen ſie ſich noch am meiſten den Bakterien zu nähern, denn gerade ſie kommen in den am ſtärkſten verunreinigten Wäſſern, die von allen andern Algen gemieden werden, fort. Es ſind einfache Fäden aus flach ſcheibenförmigen Zellen, deren Vermehrung durch Querteilung erfolgt. Sie ſind vor anderen Spaltalgen durch das Vermögen der Eigenbewegung ausgezeichnet, welche in derſelben Weiſe wie bei Beggiatoa erfolgt. Die Bewegungen ſind aber meiſt energiſcher und deutlicher, und man kann hier leicht erkennen, daß mit der Vorwärtsſchraubung auch eine Kreispendelbewegung der beiden Enden verbunden iſt. Dem bloßen Auge erſcheinen die Oscillarien gewöhnlich als blau- oder ſpangrüne oder bräunlichgrüne Überzüge am Grunde des Gewäſſers oder als kleine blaſige Schlammklümpchen, die ſich vom Grunde loslöſen und an die Oberfläche ſteigen. Breitet man einen ſolchen Schlammklumpen mit wenig Waſſer auf einem Porzellanteller aus, ſo kriechen die

Fig. 7. Oscillaria.

Oscillarienfäden aus dem Schlamm hervor und überziehen den Teller mit einem feinen Fadengespinnst. Die Zahl der zur Gattung Oscillaria gehörenden Arten ist eine sehr bedeutende, doch ist ihre Unterscheidung schwierig, zumeist auf die Farbe der Räschen und auf die Form und Größe der Zellen gegründet. Eine sehr dickfädige, prachtvoll blaugrüne Art ist die nicht seltene Oscillaria princeps. Violette Räschen besitzt O. sancta. Eine zu den Oscillarien gehörende Gattung, Spirulina, (Fig. 8) hat schraubig gewundene Fäden.

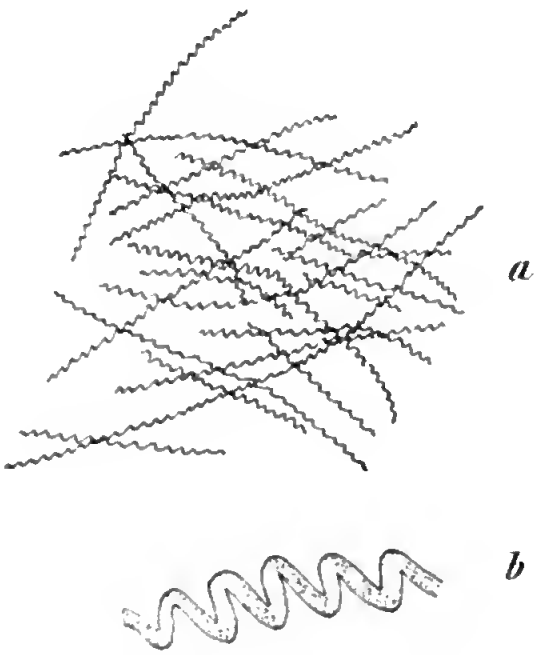


Fig 8. Spirulina.
a schwach, b stark vergrößert.

Fig. 9.
Cylindrospermum.

Die Oscillarien sind überall verbreitet und echte Charakterpflanzen der Schmutzwässer; man wird aus ihrem Vorkommen ohne weiteres auf ein unreines Wasser schließen dürfen.

An den flachen Rändern von Teichen, die mit sauren Gräsern, Binsen, niedrigem Schilf bewachsen sind, siedelt sich eine große Zahl der verschiedenartigsten Cyanophyceen an. Besonders häufig begegnet man Vertretern der Gattungen Lyngbya und Cylindrospermum, die blaugrüne, dünne, häutig-schleimige Lager bilden und den gerade noch mit Wasser bedeckten Boden zwischen den Pflanzen überspinnen. Lyngbya ist im Bau der Zellen den Oscillarien ähnlich, doch sind dieselben von einer deutlichen Scheide umschlossen. Bei Cylindrospermum finden wir einreihige Fäden ohne Scheide, mit kurz-zylindrischen Zellen, am Fadenende von einer größeren, plasmareichen Spore und einer ebenfalls meist größeren aber plasmaärmeren oder selbst abgestorbenen, sogenannten Grenzzelle abgeschlossen. Was die Grenzzellen, die bei vielen Cyanophyceen vorkommen, im Leben dieser Algen zu bedeuten haben, ist noch nicht bekannt; sie sind ein sehr erwünschtes Merkmal zur Unterscheidung der sonst recht einförmigen Spaltalgen.

In ähnlichen Gewässern, aber auch in Seen mit reinerem Wasser, findet man mitunter blaugrüne, olivgrüne oder bräunliche, rundliche oder lappige Gallertklumpen von Hirsekorn- bis Wallnußgröße und selbst darüber, frei an der Oberfläche schwimmend oder, namentlich in jugendlicheren Stadien an untergetauchten Gegenständen, Wasserpflanzen u. s. w. festhaftend. Es ist ein Vertreter der artenreichen Gattung Nostoc (Fig. 10). Bringt man eine Spur dieser Gallertmasse unter das Mikroskop, so sieht man ein Gewirr äußerst zierlicher, perlschnurartiger oder besser rosenkranzähnlicher Fäden, die auch insofern einem Rosenkranz gleichen, als auf eine Anzahl kleinerer Kügelchen ein größeres folgt. Diese

größeren Zellen sind plasmaarm, heller, und wir haben in ihnen wieder die bereits besprochenen Grenzzellen vor uns. Sie verdienen hier ihren Namen in der Tat, denn wenn ein solcher Faden auseinanderreißt, so sind die Teilstücke immer durch Grenzzellen bestimmt. Die Vermehrung der Fäden erfolgt nämlich in der Weise, daß nach reichlicher Zellteilung und Bildung größerer Gallertklumpen, die Fäden in einzelne Stücke, Hormogonien genannt, zerfallen

Fig. 10 Nostoc-Faden.

Fig. 11. Rivularia.

und aus der Gallertmasse auswandern, um zu neuen Zellfamilien heranzuwachsen.

Ganz ähnliche, nur kleinere und meist leuchtend hellblaugrüne Gallertklümpchen werden von den am höchsten stehenden Cyanophyceen, den Rivularien, gebildet (Fig. 11).

Unterſucht man ein ſolches Gallertklümpchen, ſo findet man es ebenfalls aus Fäden zuſammengeſetzt, die aber weſentlich von denen des Nostoc verſchieden ſind. Sie beſtehen aus zylindriſchen Zellen, die an der Baſis des Fadens dicken und flacher, nach der Spitze zu dünner und länger werden; die letzteren bilden eine haarartige Spitze und ſind gewöhnlich ſehr lang. Der Faden ſelbſt zeigt alſo einen deutlichen Gegenſatz von Baſis und Spitze. Am Grunde des Fadens ſteht eine rundliche Grenzzelle. Die Fäden ſind verzweigt; am Grunde jeder Verzweigung befindet ſich eine Grenzzelle. Durchweg herrſcht ſtrahlige Anordnung, die Fäden verlaufen vom Zentrum in radialer Richtung nach der Peripherie; in die nach der Peripherie zu weiter werdenden Zwiſchenräume treten dann die Verzweigungen. Die Gattungen Rivularia und die nahe verwandte Gloiotrichia ſind bei uns zwar verbreitet, aber nicht gerade häufig; wo ſie aber vorkommen, ſind ſie auch meiſt in Menge vorhanden. Namentlich überziehen ſie gern untergetauchte Waſſerpflanzen, Characeen, ſelbſt zwiſchen dünnfädige Algen niſten ſie ſich ein. Sie fallen im allgemeinen nicht beſonders in die Augen und wollen geſucht ſein.

Beſonders charakteriſtiſch ſind die hauptſächlich durch Cyanophyceen gebildeten Waſſerblüten, die in ſtehenden Gewäſſern, Fiſchteichen, Seen u. ſ. w. zuweilen vorkommen, oft jährlich zu beſtimmter Zeit in einem Gewäſſer wiederkehren, zuweilen aber auch ganz ſporadiſch hier oder dort auftauchend. Im Volksmund heißt es, „das Waſſer blüht“, wenn ſich die Oberfläche desſelben mit einer Maſſenvegetation mikroſkopiſch kleiner Algenkolonien von meiſt ſpangrüner bis blaugrüner Farbe bedeckt. Es ſind ganz be-

stimmte Arten, durch welche solche Wasserblüten hervorgerufen werden. In Wasserlöchern auf einer Gänseweide unweit Ransern bei Breslau bedeckt sich zu Beginn des Sommers die Oberfläche des Wassers mit einer mehrere Zentimeter dicken, rahmartigen Schicht von spangrüner Farbe, die aus den

Fig. 12.
Polycystis aeruginosa.

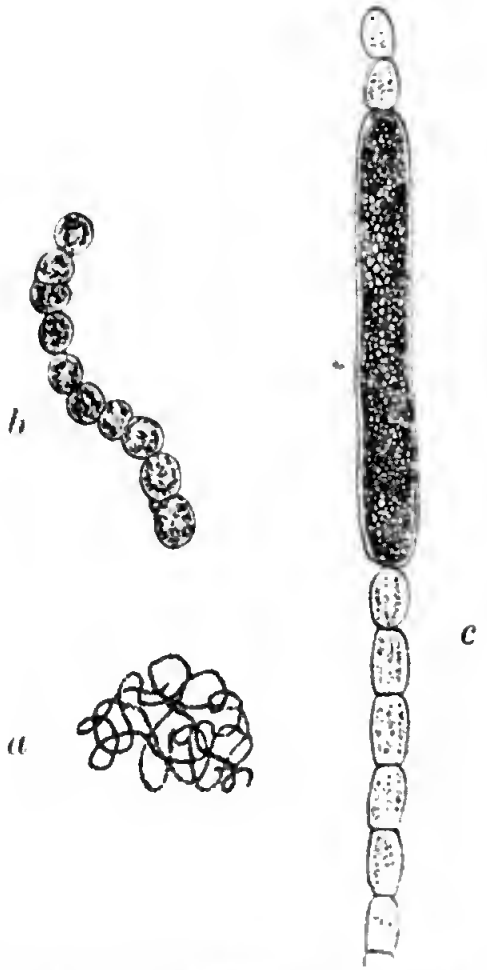


Fig. 13. a, b Anabaena circinalis,
c Aphanizomenon Flos aquae.

rundlich-lappigen Kolonien der Polycystis aeruginosa besteht (Fig. 12). Es ist dies eine zu den kokkogenen Cyanophyceen gehörige Art, deren kugelige Zellen in großen kompakten Gallertklumpen zusammenhängen. Aus diesen Klumpen lösen sich von Zeit zu Zeit einzelne Segmente

oder Lappen heraus und wachſen zu neuen ſelbſtändigen Kolonien heran.

Im Breslauer botaniſchen Garten tritt ebenfalls faſt alljährlich eine Cyanophycee als Waſſerblüte auf dem dortigen Weiher auf, Anabaena circinalis, deren kugelige Zellen in gleicher Weiſe wie bei Nostoc zu roſenkranzähnlichen Ketten angeordnet ſind, nur liegen ſie nicht in Gallert eingebettet (Fig. 13 a, b). Ähnliche Waſſerblüten bildet eine verwandte Art, Aphanizomenon Flos aquae (Fig. 13 c). Bei allen dieſen Waſſerblüten bildenden Spaltalgen finden ſich in den Zellen Gasbläschen, welche das Gewicht der Zellen vermindern und ein Aufſteigen derſelben im Waſſer bewirken. Alle Waſſerblüten können für die Fiſchzucht gefährlich werden, einmal dadurch, daß die Algen ſelbſt große Mengen Sauerſtoff aus dem Waſſer abſorbieren und ein Eindringen des Luftſauerſtoffes durch ihre dicke Schicht verhindern, und zweitens dadurch, daß ſie unter Umſtänden ſehr raſch in Fäulnis übergehen können. Im erſteren Falle müſſen die Fiſche erſticken, im letzteren werden ſie außer durch Sauerſtoffmangel auch noch durch die bei der Fäulnis der Algen entſtehenden Produkte geſchädigt.

3. Kieſelalgen oder Diatomeen.

Zu den Kieſelalgen oder Diatomeen (Bacillariaceen) gehören die zierlichſten Weſen, die wir überhaupt kennen. Es ſind einzellige Algen, deren feſte Kieſelmembran aus zwei Hälften beſteht. Die eine greift wie ein Deckel einer Schachtel über die andere. Der Zellinhalt zeigt Zellkern, Plasma und braungrüne Chromatophoren in Platten- oder Körnerform, welche neben Chlorophyll noch einen bräun-

lichen Farbstoff, das Diatomin, enthalten. Die Vermehrung geschieht durch Teilung; die beiden Schalenhälften weichen soweit auseinander, daß sie sich nur noch oben berühren und innerhalb jeder alten Schale entsteht eine neue. Mitunter bleiben die beiden Tochterindividuen nachher vereinigt und es entstehen Fäden oder Zickzackketten von großer Zierlichkeit.

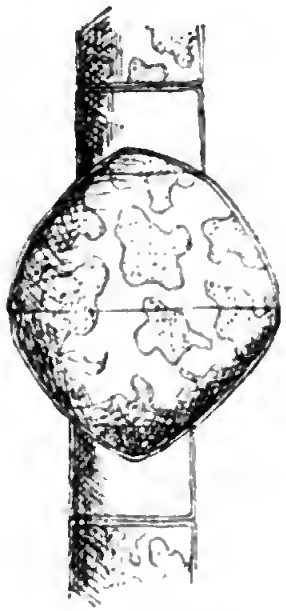


Fig. 14.
Auxosporenbildung von Melosira.

Bei jeder Teilung wird aber wenigstens das eine Individuum um die Dicke einer Schale kleiner und bei fortgesetzter Vermehrung würde dieser Vorgang zu einer solchen Verkleinerung führen, daß schließlich die Existenz der Zellen unmöglich würde. Dem wirkt die sogenannte Auxosporenbildung entgegen. Bei diesem Vorgange tritt der Zellinhalt aus den Schalen hervor und streckt sich entweder für sich oder nach Berührung oder selbst Verschmelzung mit dem Inhalt einer anderen Zelle auf die doppelte Länge. Dann werden von neuem Kieselschalen ausgeschieden, die freilich den gewöhnlichen Schalen der Art nicht ähnlich sind. Aber schon bei der nächsten Teilung werden die neugebildeten Schalen wieder in normaler Weise ausgebildet. Die Auxosporenbildung ist keine Vermehrung oder Fortpflanzung, wie bei anderen Gewächsen, obwohl die bei einigen Arten beobachtete Vereinigung zweier Zellen als eine Art geschlechtlicher Befruchtung aufgefaßt werden kann. Sie hat wesentlich den Zweck der fortgesetzten Verkleinerung der Zellen entgegenzuwirken.

Die Diatomeen ſind auch beweglich; ſie können freilich nicht frei ſchwimmen, vermögen aber auf feſten Unterlagen hin und her zu kriechen, aber nur vor- und rückwärts in der Längsrichtung der Zellen. Die Bewegung wird wahrſcheinlich durch Ausſtoßung von Schleim bewirkt, der die Zelle auf dem Subſtrat fortſchiebt.

Die außerordentliche Zierlichkeit der Form und die oft wunderbare Feinheit der Zeichnung auf den Schalen hat den Diatomeen von jeher viele Freunde zugeführt. Der große Artenreichtum und die ſchwere Unterſcheidbarkeit nahe verwandter Arten macht ihr eingehendes Studium aber ziemlich ſchwierig. Auch iſt die weitere Einteilung in Familien oder Untergruppen noch ſehr wenig ſicher, ſo daß wir uns darauf beſchränken können, eine Anzahl der häufigſten oder zierlichſten Arten zu beſprechen. Die Diatomeen ſind außerordentlich verbreitet und fehlen keinem Gewäſſer, welches überhaupt Leben beherbergt. Sie ſpielen im Meere und in Süßwaſſerſeen eine hochwichtige Rolle als Hauptbeſtandteil des Planktons, der direkt oder indirekt für die Ernährung der Fiſche von der größten Bedeutung iſt.

Eine in mehreren Arten ſehr verbreitete und häufige Gattung iſt Melosira. Sie repräſentiert den Typus einer Schachtel am vollkommenſten, da die Zellen kurz zylindriſch ſind; ſie bilden, locker verbunden, Fäden, die gewöhnlich an Waſſerpflanzen u. ſ. w. feſthängen und ſchleimige, leicht zerreißbare, bräunliche, ſehr zarte Flöckchen bilden. Häufig im Süßwaſſer iſt beſonders Melosira varians auch M. arenaria. Erſtere iſt namentlich im zeitigen Frühjahr oft maſſenhaft in Wieſengräben, Bächen, auch Seen vertreten. Ähnlich, aber ſtets einzeln oder höchſtens paarweiſe zu-

ſammenhängend iſt die ebenfalls ſehr verbreitete Cyclotella operculata, die beiſpielsweiſe in den Eifelſeen zu gewiſſen Jahreszeiten die Hauptmaſſe des Planktons ausmacht. Sowohl Melosira wie Cyclotella haben entweder keine oder nur eine ſehr geringe Zeichnung auf der Oberfläche der Schalen.

Fig. 15. Melosira varians.

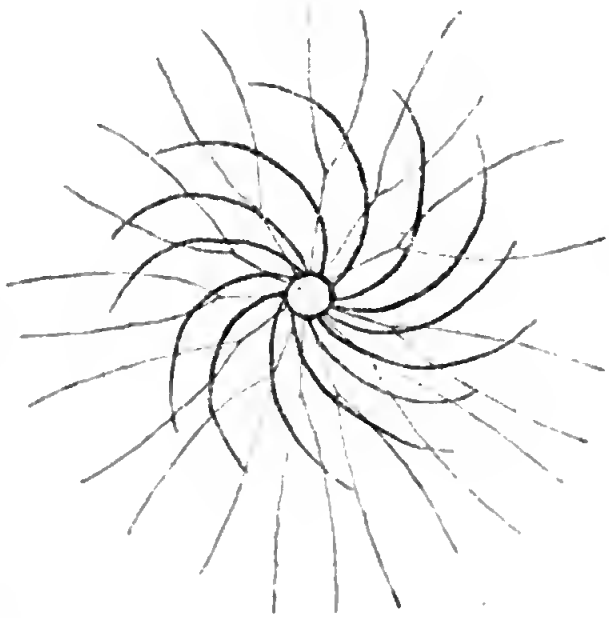


Fig. 16. Bacteriastrum.

Bei den genannten Gattungen iſt die Schalenſeite kreisförmig. Als Schalenſeite bezeichnet man bei den Diatomeen die dem Boden der Schachtel reſp. des Deckels entſprechenden Seiten, während die Seiten, welche übereinandergreifen, als Gürtelſeiten bezeichnet werden. Bei der im Meere vorkommenden Arachnodiscus ornatus ſind die Schalenſeiten ebenfalls kreisförmig, aber im Gegenſatz zu den vorigen deutlich gezeichnet und zwar ganz ähnlich einem Spinnennetz. Überhaupt zeigen die marinen Diatomeen

ungleich prächtigere Zeichnungen als die des Süßwaſſers; ſo beſitzt Actinoptychus undulatus mit ebenfalls kreisförmigen Schalen auf der Schalenſeite ſechs durch breite Bänder getrennte areolierte Felder, die abwechſelnd höher und tiefer liegen, ſo daß beim Betrachten unter dem Mikroſkop infolge der verſchiedenen Einſtellung die Felder abwechſelnd heller und dunkler erſcheinen.

Eine ganz eigentümliche marine Gattung von Diatomeen iſt Bacteriastrum (Fig. 16). Es ſind zylindriſche, zu Fäden vereinigte Zellen, die in der Mitte mit einem Kranz ſteifer, oft geteilter Borſten bewehrt ſind. Die Arten dieſer Gattung nehmen an der Bildung des Planktons ſehr weſentlich teil. Als weitere ſehr zierliche und zum Teil ſchön gezeichnete Formen ſind die meiſt marinen Arten der Gattungen Triceratium, Bidulphia, Isthmia, Hemiaulus zu nennen.

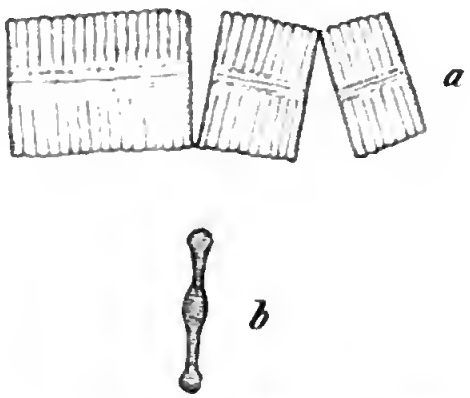


Fig. 17. Tabellaria fenestrata.

Eine kettenbildende Art des ſüßen Waſſers, Tabellaria fenestrata, (Fig 17), iſt in Bächen und Teichen nicht ſelten. Die einzelnen Zellen beſitzen hier nicht kreisförmige Schalenſeiten, ſondern ſchmale, lineale, an beiden Enden und in der Mitte knopfförmig verdickte. Gewöhnlich hängen

mehrere Zellen fest mit ihren Schalenseiten zusammen, dann ist eine andere Gruppe nur an einem Ende mit der vorigen verbunden, während die nächste mit der vorhergehenden an dem andern Ende fest zusammenhängt. Auf diese Weise entstehen sehr zierliche Zickzackketten. Ganz ähnliche Ketten bildet Diatoma, doch tritt hier die Zeichnung der Schalen stärker hervor, auch ist die Form der Zellen verschieden. Bei der Gattung Fragillaria, die überall in süßem Wasser durch Fr. virescens vertreten ist, kommt es dagegen selten zur Bildung von Zickzackketten, gewöhnlich liegen die Zellen zu langen Bändern angeordnet (Fig. 18).

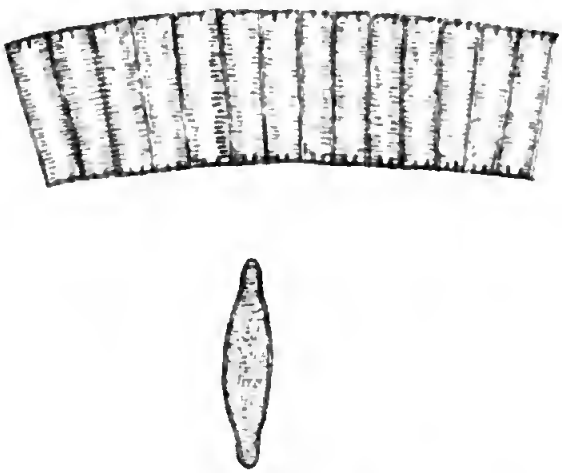


Fig. 18. Fragillaria virescens.

Sehr zierlich sind die fächerförmigen Bänder von Meridion circulare, deren Einzelzellen an dem einen Ende breiter als an dem andern sind; deshalb sind die Bänder nicht gerade, sondern gekrümmt.

Ganz eigentümlich sind die Arten der Gattung Gomphonema (Fig. 19): hier sitzen die einzelnen Zellen nämlich auf dichotom gegabelten Gallertstielchen, die durch Ausscheidung von der lebenden Zelle immer weiter wachsen und sich bei der Teilung der letzteren mitteilen. Jede Toch-

terzelle sitzt dann auf einem besonderen Gallertstielchen, und es kann sich auf diese Weise ein ganzer Stock aufbauen. Die Zellen selbst sind auf der Gürtelansicht keilförmig, quer gestreift, auf der Schalenseite mit einer Mittellinie, schräg gestreift, keilförmig, aber oft in der Mitte aufgebaucht und an zwei Stellen mehr oder weniger eingezogen.

Fig. 19. Gomphonema. a Zellen mit Gallertstielchen, b einzelne Zelle.

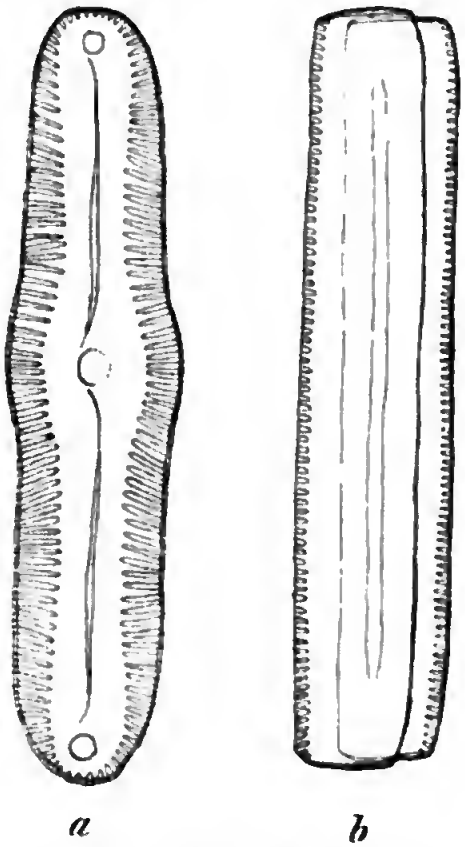


Fig. 20. Navicula viridis. a Schalen-, b Gürtelseite.

Die artenreichste Gattung ist Navicula; man kennt von ihr allein beinahe 1000 Arten, von denen die meisten aber wohl nur abweichende Formen sind. Trotz der großen Verbreitung sind die Arten dieser Gattung selten in solchen Massen vorhanden, wie etwa die oben beschriebene Melosira varians (Fig. 20); wir finden sie überall da, wo überhaupt

Diatomeen vorkommen und meist mehrere Arten zusammen, aber verhältnismäßig selten bilden sie die Hauptmasse der Diatomeen. Die Gestalt der Zelle ist, wie schon der Name andeutet, nachenförmig, nach den Enden zu verschmälert, in der Mitte mehr oder weniger bauchig erweitert; auf den Gürtelseiten erscheinen sie vollkommen rechteckig. In der Mitte und an den Enden finden sich Knoten auf jeder Schalenseite, ebenso eine Mittellinie; meist sind die Schalen durch Streifung geziert, welche z. B. bei Navicula viridis, einer der größten und häufigsten Arten ziemlich grob und schon bei schwacher Vergrößerung erkennbar sind. Bei Navicula Phoenicenteron wird die Streifung der Schalenseiten durch ein helles Kreuz unterbrochen, bei Navicula amphisbaena sind die Enden knopfförmig verdickt.

Eine Art mit besonderer Bedeutung für die Prüfung der Leistungsfähigkeit der Mikroskope ist Pleurosigma angulatum, deren zierliche, sehr regelmäßige Zeichnung nur von verhältnismäßig guten Linsen vollkommen gelöst wird (Fig. 21). Die Zellen dieser wie der anderen Arten der Gattung sind S-förmig gekrümmt und zeigen bei schwacher Vergrößerung (80—100fach) keine deutlich erkennbare Zeichnung. Bei stärkerer Vergrößerung lassen sich deutlich drei sich schneidende Liniensysteme wahrnehmen, bei noch stärkerer lösen sich diese Linien in sehr zierliche kleine Sechsecke auf. Pleurosigma angulatum ist eine Meeresform; im Süßwasser kommt nicht eben häufig Pleurosigma attenuatum (Fig. 21 a) mit ähnlicher aber gröberer Zeichnung vor. Ein anderes sogenanntes Testobjekt für Mikroskope ist Surirella Gemma, welche ellipsoidische, von einer Mittellinie durchzogene Schalen besitzt. Von der Mittellinie gehen dicke,

ſchon mit ſchwacher Vergrößerung erkennbare Linien nach den Rändern zu ab; mit dieſen ziehen feine, erſt bei ſtärkerer Vergrößerung ſichtbare Linien parallel, und dieſe laſſen ſich durch die beſten Syſteme wieder in ſehr feine

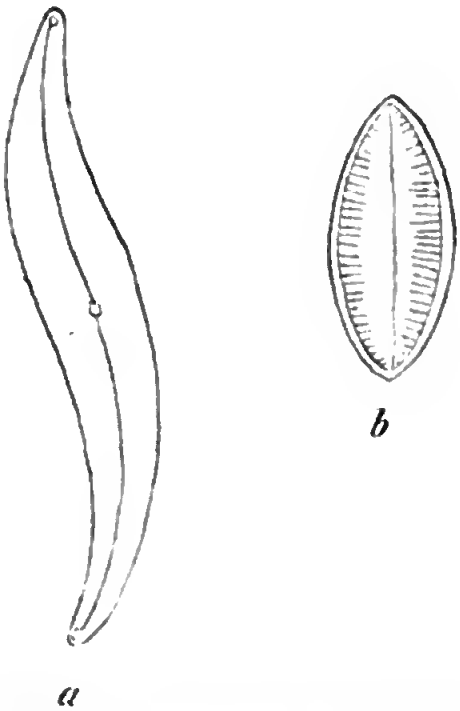


Fig. 21. a Pleurosigma attenuatum, b Surirella gemma.

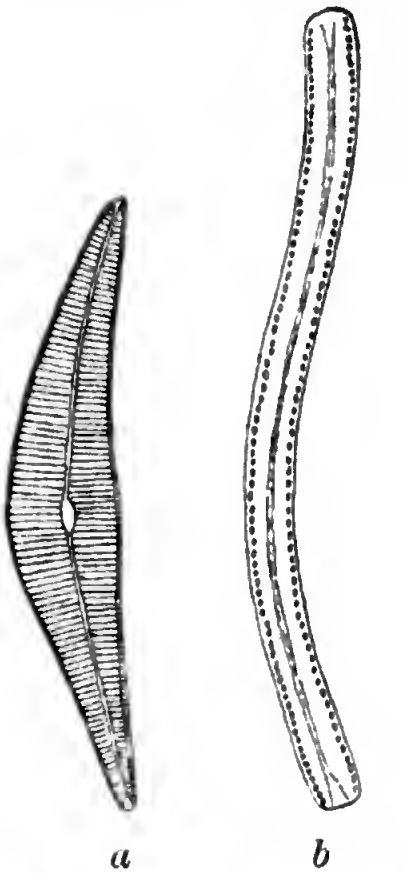


Fig. 22. a Cymbella gastroides b Nischia sigmoidea.

Striche auflöſen (Fig. 21). Surirella Gemma kommt namentlich im Brackwaſſer und an den Meeresküſten vor. Das am ſchwierigſten zu löſende Objekt, welches die höchſten Anforderungen an die Güte der Linſen ſtellt, iſt Amphipleura pellucida, eine Diatomee von Navicula-Bau mit äußerſt zarten Längsſtreifen, aber deutlicheren Querſtreifen. Die deutliche Löſung der erſteren gelingt nur bei Benutzung der vorzüglichſten Syſteme.

Zierliche Arten zeigt auch die Gattung Cymbella oder

Epithemia, z. B. Epithemia gibba. Es sind mehr oder weniger gekrümmte Zellen mit meist ziemlich grober Querstreifung, oft etwas geschweift. Sie leben epiphytisch auf Wasserpflanzen, auch an untergetauchten Holzstücken, an Steinen u. s. w.

Lange, nadelförmige, beiderseits zugespitzte Zellen zeigen die Arten der Gattung Nitschia. Auch Synedra besitzt ähnliche aber am Ende nicht oder nur ganz kurz gespitzte Zellen. Beide Gattungen sind im süßen und salzigen Wasser in zahlreichen Arten verbreitet, besonders häufig sind Nitschia sigmoidea (Fig. 22b) mit leicht gebogenen Schalen und die große Synedra Acus.

Alle Diatomeen sind von mikroskopischer Kleinheit; die größten lassen sich bei günstiger Beleuchtung im Wasser als glitzernde Körperchen mit bloßem Auge eben noch wahrnehmen. Trotz dieser Kleinheit haben sie aber am festen Bau der Erdrinde wesentlichen Anteil genommen und vermöge ihrer harten Kieselschalen mächtige Lager von sogenannter Infusorienerde oder Diatomeenerde gebildet. Kieselguhr, Polierschiefer (Bilin) u. s. w. bestehen ebenfalls der Hauptsache nach aus den Schalen der Diatomeen. Viele Arten, die wir in den Lagern fossiler Diatomeen finden, sind ausgestorben, andere haben sich noch heute erhalten. Enorme Ausdehnungen nehmen diese Lager in der Lüneburger Heide ein, wo sie meilenweite Flächen von mehreren Metern Tiefe bedecken; darüber befinden sich Ablagerungen aus neuerer Zeit. Es ist kein Zweifel, daß diese Lager ursprünglich den Grund des Meeres gebildet haben, auf welchen die Schalen der abgestorbenen Diatomeen niedergesunken sind und sich im Lauf ungezählter Jahrtausende zu solcher Mächtigkeit entwickelt haben.

Es ist wahrscheinlich, daß an passenden Orten auch heute noch im Meere solche Ablagerungen entstehen, denn der frische Schlamm mancher Meeresbuchten (z. B. der Bay von Bengalen) zeigt auch in der Gegenwart massenhaft Diatomeenschalen. Ob diese Ablagerung aber in gleichem Maße wie in der Vorzeit vor sich geht, läßt sich freilich nicht beurteilen.

So haben diese mikroskopischen Wesen mächtig an der Entwicklung der Erdrinde teilgenommen und uns gewaltige Spuren ihrer Tätigkeit aus längst verschwundenen Erdperioden zurückgelassen.

4. Die Peridineen (Dinoflagellata).

Auf der Grenze zwischen Pflanzen und Tieren, jetzt meist den ersteren zugerechnet, steht eine Gruppe von Wasserbewohnern, die ihre Hauptentwicklung im Meere erreicht, im Süßwasser nur durch verhältnismäßig wenig Formen vertreten ist. Die meisten hierher gehörigen Organismen besitzen einen festen, aus mehreren Platten zusammengesetzten, oft zierlich gezeichneten und mit Hörnern und Vorsprüngen besetzten Panzer, der eine ringsherum etwa in der Mitte verlaufende Furche erkennen läßt. In dieser Furche liegt gewöhnlich die eine wellig gebogene Geißel, während die andere ausgestreckt ist. Im Zellinhalt lassen

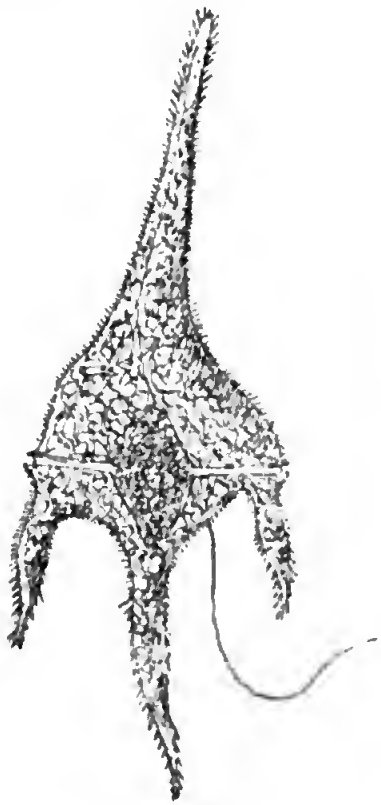


Fig. 23.
Ceratium Hirundinella.

sich helle, gelbliche Chromatophoren und ein Zellkern erkennen.

Unter den Süßwasserbewohnern ist Ceratium Hirundinella eine der größten Formen, leider aber ist dieser zierliche Organismus (Fig. 23) nicht häufig und kommt nur in einzelnen Gegenden vor. Jedenfalls ist die Bedeutung der Süßwasserperidineen für die Zusammensetzung der Flora sehr gering, während die Meerwasserbewohner nicht nur in weit zahlreicheren Arten, sondern auch oft in enormer Individuenzahl vorkommen. Einige marine Arten tragen auch zu dem Leuchten des Meeres bei.

Die Grünalgen (Chlorophyceen).

Die Grünalgen bilden die umfangreichste und vielgestaltigste Klasse der Algen, und dies prägt sich nicht allein in der großen Verschiedenartigkeit der Formen, sondern auch in der außerordentlichen Mannigfaltigkeit der Entwicklungsgeschichte aus.

Alle Grünalgen besitzen in ihren Zellen an besondere Chromatophoren gebundenes Chlorophyll, meist als einzigen Farbstoff, weshalb die Zellen gewöhnlich frisch grün erscheinen; bei wenigen Arten, namentlich Luftalgen, tritt noch ein anderer Farbstoff hinzu, der sogar das Chlorophyll fast ganz verdecken kann, wie bei dem sogenannten Veilchenmoos (Trentepohlia Jolithus), welches Steine mit intensiv rostroter Farbe überzieht. Ein Zellkern fehlt niemals, bei manchen Grünalgen sind oft mehrere bis viele Zellkerne in einer Zelle vorhanden.

Der Aufbau des Algenkörpers ist außerordentlich verschieden; von einfachen rundlichen Zellen bis zu hochentwickelten vielzelligen, auch dem bloßen Auge relativ groß

erscheinenden Pflanzen sind alle Übergänge vorhanden, und selbst die einzelne, ein Individuum darstellende Zelle ist einer Entwicklung und Ausgestaltung fähig, wie es ähnlich im Pflanzenreich nicht wieder angetroffen wird.

Die Grünalgen sind zum überwiegend größeren Teil Bewohner des Wassers und verleihen diesem sehr oft ein charakteristisches Aussehen. Sie fehlen verunreinigten Wässern, kommen aber sonst in allen überhaupt für Algen geeigneten Wasseransammlungen vor, sowohl im süßen wie im Salzwasser.

Am tiefsten stehen unter den Grünalgen die Conjugaten, die sofort unter dem Mikroskop durch ihre eigentümlichen Chlorophyllkörper erkennbar sind. Während nämlich bei andern Algen die Chlorophyllkörper in Körner- oder Plattenform auftreten, die der äußersten Schicht des Plasmas eingelagert sind, stellen sie bei den Conjugaten Bänder oder Sterne oder langgezogene Platten dar, die aber dann in der Mitte der Zelle liegen. Zu ihnen gehören die beiden Familien der Desmidiaceen und Zygnemaceen.

Die Desmidiaceen sind streng einzellige Algen, die gewöhnlich einzeln, selten in fadenförmigen Verbänden vorkommen. Sie gehören zu den zierlichsten Algen, die wir kennen, und wenn ihnen auch die den Diatomeen eigene Schönheit der Membranzeichnung abgeht, so ziehen sie durch ihre lebhaft grüne Farbe und durch die eigentümliche äußere Gestaltung nicht minder an.

Zu den einfachsten Formen der Desmidiaceen gehören die Arten der Gattung Penium, unter denen Penium Digitus ein weit verbreiteter Bewohner mooriger Wässer ist. Es sind kleine, lang eliptische Stäbchen, die auf

weißem Untergrund, beispielsweise auf einem flachen Porzellanteller, mit bloßem Auge gerade noch oben als kleinste grüne Strichelchen erkannt werden können. Unter dem Mikroskop sieht man ihren zarten grünen Körper durch eine hellere Querlinie in zwei gleiche Hälften geteilt; der Chlorophyllkörper bildet eine zentrale, mit bis an die Zellmambran reichenden Lamellen versehene Säule. In der Mitte, und zwar in dem helleren Streifen, liegt der schwer erkennbare Zellkern.

Die vegetative Vermehrung geht nun in eigentümlicher Weise vor sich; nach der Kernteilung wächst, von der Mitte ausgehend, jeder alten Zellhälfte eine neue zu, so daß die beiden ersteren auseinanderrücken und durch die neuen getrennt werden. Oft lösen sich dann die Individuen noch vor beendetem Wachstum der neuen Hälften voneinander, so daß die Zellen mit ungleich großen Hälften erscheinen.

Fig. 24. Closterium.

Ähnliche, aber meist schlankere und oft halbmondförmig gebogene Zellen zeigen die Arten der Gattung Closterium (Fig. 24); gewöhnlich sind auch noch die Zellenden zugespitzt und tragen je ein Bläschen, in welchem sich feine, tanzende Körnchen befinden, die aus Gyps bestehen. Auch die Arten dieser Gattung leben gern in moorigen Gewässern, kommen aber auch in etwas beschatteten flachen Bächen und Quellen vor. Bei ihnen findet man auch nicht gerade selten jenen seltsamen Fortpflanzungsprozeß, Conjugation genannt, der der ganzen Klasse den Namen gegeben hat.

Bei der Conjugation von Closterium Leibleinii zieht

ſich der Inhalt zweier ſich berührender Zellen zuſammen, ſprengt die Membran in der Mitte und tritt heraus; beide Zellinhalte vereinigen ſich dann zu einer kugeligen oder etwas eiförmigen Zygoſpore mit glatter Membran. Ähnlich verläuft der Prozeß bei den anderen Desmidien, nur iſt die Form der Zygoſpore oft durch Stacheln und Auswüchſe der Membran ſehr charakteriſtiſch.

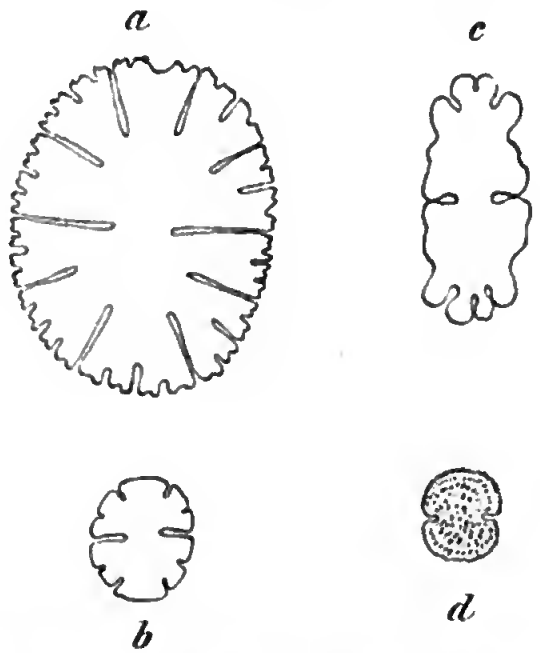


Fig. 25. a und b Arten von Micrasterias, c Euastrum, d Cosmarium.

Die Zygoſporen ſind Dauerzellen und dazu beſtimmt, eine Ruheperiode durchzumachen. Sie bilden ſich alſo in der Regel erſt gegen Ende einer Vegetationsperiode oder wenn die Waſſeranſammlung allmählig austrocknet. Treten dann wieder entſprechende Bedingungen ein, ſo keimen die Zygoſporen und bilden neue vegetative Zellen.

Zu den zierlichſten Formen der Desmidiaceen gehören die Arten von Micrasterias, Euastrum, Cosmarium Xanthidium, Staurastrum, von denen in Fig. 25 einige Ver-

treter abgebildet sind. Einige wenige Gattungen haben auch Arten, deren Zellen zu fadenförmigen Verbänden zusammenschließen, z. B. Desmidium.

Alle Desmidiaceen sind Bewohner reiner Gewässer; schon geringe Verunreinigungen aus dem menschlichen Haushalt oder der Industrie bedingen ein Verschwinden der Desmidieenflora. Sie lieben vorzugsweise die klaren, wenn auch bräunlich gefärbten Gewässer der Torfmoore, treten aber selten in solchen Mengen auf, daß sie äußerlich auffallen.

Das Gegenteil ist bei ihren Verwandten, den Zygnemaceen, der Fall. Diese sind im zeitigen Frühjahr und im Herbst sehr oft in stillstehenden Wässern in solchen Mengen entwickelt, daß sie mit ihren losen, watteartigen Massen das ganze Wasser auszufüllen scheinen. Lebend zeigen sie eine lichtgrüne bis dunkelgrüne Farbe, halten sich an trüben, kalten Tagen mehr am Grunde und werden bei Sonnenschein und wärmerer Temperatur mit den zwischen den wattigen Massen entstehenden Glasblasen nach oben gerissen. Nimmt man dann mit dem Stock eine Probe dieser Watte heraus, so findet man ein Gewirr sehr feiner, kaum meßbarer grüner Fäden, die sich glatt und schlüpferig anfühlen und leicht vom Stock wieder abgleiten.

Unter dem Mikroskop enthüllen sie uns sehr zierliche Formen, besonders die eigenartige Gestalt der Chlorophyllkörper fesselt unser Auge. Sie erscheinen als lange, deutlich in einzelne Zellen gegliederte Fäden, deren Chlorophyllkörper teils als spiralige, der Zellwand anliegende Bänder (Spirogyra, Fig. 26) teils als sternförmige Körper je zu zwei in der Mitte der Zelle (Zygnema), teils als läng-

liche axile Platten (Mougeotia) ausgebildet sind. Am häufigsten begegnet man Vertretern der artenreichen Gattung Spirogyra, deren Fäden bei einzelnen Formen bis $^1/_{10}$ mm dick werden. Bei ihnen ist auch der Zellkern in eigentümlicher Lage; er liegt nicht frei im Protoplasma, sondern ist durch zahlreiche Plasmafäden, die von der Wandschicht des Plasmas ausgehen, in der Mitte der Zelle befestigt.

Fig. 26. Spirogyra.

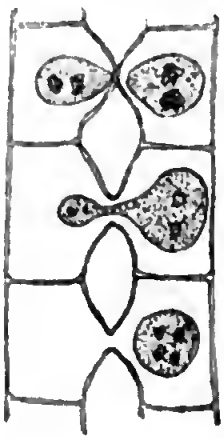


Fig. 27. Kopulation von Spirogyra.

Auch die Zygnemaceen bilden durch Kopulation Dauerzustände, Zygosporen, doch sind die Vorgänge, die sich hierbei abspielen, bei den einzelnen Gattungen verschieden. Bei Spirogyra beispielsweise legen sich zwei Fäden nebeneinander, die Zellen derselben treiben gegeneinander Ausstülpungen, die sich berühren und an der Berührungsstelle öffnen; der Zellinhalt der einen fließt dann in die

andere Zelle hinüber, vereinigt sich mit dem Zellinhalt dieser und bildet sich zu der rundlichen oder eliptischen, meist mit glatter Membran versehenen Zygospore um (Fig. 27). Diese Form der Kopulation nennt man die leiterförmige, weil die Ausstülpungen wie die Sprossen einer Leiter die beiden Fäden verbinden. Bei der knieförmigen Kopulation biegen sich die Fäden knieförmig aufeinander zu und berühren sich dann entweder direkt oder durch Ausstülpungen. Die Kopulation erfogt dann in ähnlicher Weise, wie bei der leiterförmigen.

Die zweite Ordnung der Grünalgen wird durch die außerordentlich formenreichen und in ihrer Entwicklung verschiedenartigen Protococcoideen gebildet. Die Protococcoideen sind einzellige Grünalgen, die niemals zu Fäden zusammenhängen, sondern einzeln leben oder verschiedenartig zu Verbänden oder Familien zusammengeschlossen sind. Die Entwicklungsgeschichte ist nicht nur bei den einzelnen Familien, sondern auch bei den einzelnen Gattungen innerhalb einer Familie oft ganz verschieden; es lassen sich deshalb auch nur einige besonders interessante oder häufige Vertreter der Ordnung hier behandeln.

Einfache rundliche grüne, gelbe oder rote Kügelchen, die sich einzeln oder zu unregelmäßigen Haufen aneinandergelagert an Stengeln und Blättern von Wasserpflanzen finden, gehören meist zu den Palmellaceen, Grünalgen, die sich durch verhältnismäßig einfache Entwicklung auszeichnen. Häufig findet man auch sehr feine, nadelartig spitze, meist gebogene Stäbchen, die zur Gattung Rhaphidium gehören und sich auch gern in kleinen Wasseransammlungen, in Regenlachen, Blumentopfuntersätzen u. s. w. und zwar oft in enormer Masse finden; sie sehen

manchen Desmidieen, namentlich Closterien, sehr ähnlich, sind aber viel kleiner.

Die Gattung Tetraspora besitzt ebenfalls rundliche Zellen, die aber zu je vier einander genähert und in ein oft mehrere Zentimeter langes, gallertartiges, meist röhriges Lager eingebettet sind (Fig. 28). Solche leicht grünliche, glallertartige Flocken findet man namentlich in Wiesengräben, wo sie teils frei schwimmen, teils an Grasstengeln u. s. w. hängen und fluten.

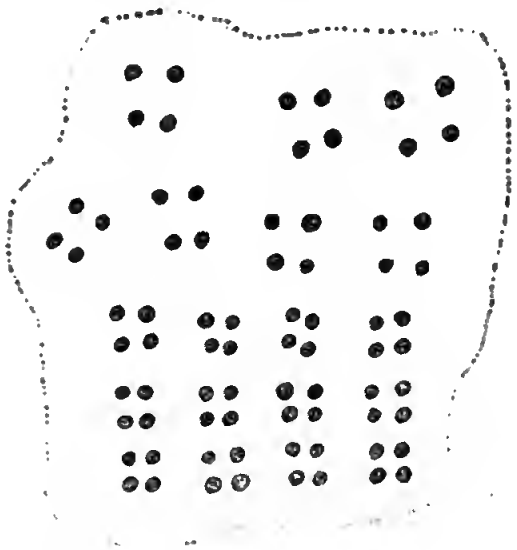


Fig. 28. Tetraspora.

Etwas höher organisiert als die Palmellaceen sind die Protococcaceen. Unter ihnen ist die häufigste Art Protococcus infusionum, welcher, wie viele Palmellaceen, kugelrunde, grüne, in der Größe wechselnde, meist aber viel größere Zellen als die Palmellaceen bildet; er sowie einige andere Protococcus-Arten bilden eine weit verbreitete und und häufige Algengruppe. Zierlich sind die Arten der Gattung Scenedesmus (Fig. 29); sie zeigen eiförmige oder oblonge, oft scharf zugespitzte Zellen, welche zu 2—8 mit den Längsseiten aneinander gelagert sind; oft sind die

Endzellen der Familien noch mit besonderen Haken versehen. Noch zierlicher sind die Arten der Gattung Pediastrum (Fig. 30). Die Zellen sind hier zu scheibenartigen Familien angeordnet, die Randzellen mit eigentümlichen Zacken oder Stacheln besetzt.

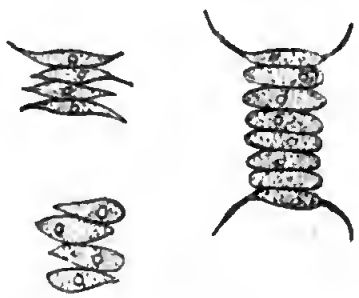


Fig. 29. Formen von Scenedesmus.

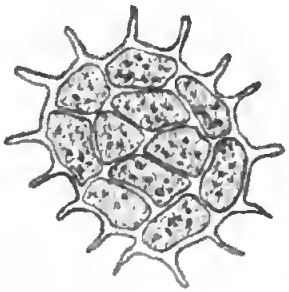


Fig. 30. Pediastrum.

Eigentümliche, netzartige Verbände besitzt das Wassernetz, Hydrodictyon utriculatum, welches auch noch durch die Art der Entstehung dieser Verbände von Interesse ist. Die Zellen selbst sind walzenförmig und stoßen meist zu drei an den Enden in der Weise zusammen, daß sie ein vielmaschiges, rings geschlossenes Netz bilden (Fig. 21). Diese Netze sind anfangs mikroskopisch klein, die Zellen wachsen aber zu einer so beträchtlichen Größe heran, so daß sie mit bloßem Auge gut sichtbar sind, bis 1 cm lang und 0,2 mm breit werden können; ein einziges zusammenhängendes Netz kann über ½ m lang werden. Die gewöhnliche Art der Vermehrung ist nun die, daß sich der gesamte Zellinhalt einer Zelle in zahlreiche Portionen teilt, die sich zu birnförmigen Makrozoosporen mit je 2 Cilien entwickeln. Diese schwärmen in der Mutterzelle eine Zeitlang umher und legen sich dann so aneinander, daß sie die Gestalt des Mutterzellnetzes vollkommen nachahmen. Die Zellnetze entstehen also bereits in den

Mutterzellen und werden durch Auflösung der Membran der letzteren frei, wachsen dann ohne weitere Zellteilung heran. Neben dieser Art der Vermehrung kommt aber

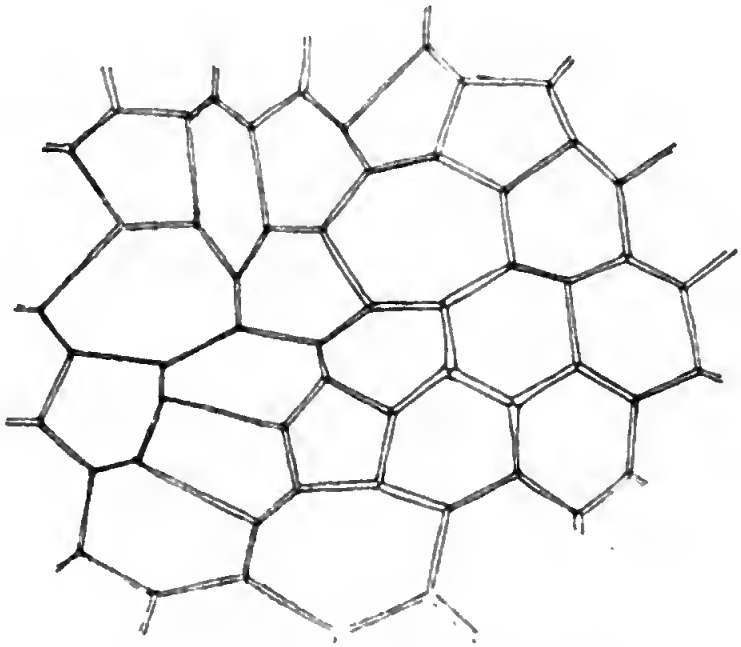


Fig. 31. Hydrodictyon utriculatum.

noch eine zweite durch Mikrozoosporen vor, die sich in ganz ähnlicher Weise, wie die Makrozoosporen, nur in viel größerer Zahl, in der Mutterzelle entwickeln. Sie schlüpfen aber aus der Mutterzelle aus und kopulieren miteinander, d. h., es vereinigen sich je zwei zu einer neuen Zelle. Diese kommt zur Ruhe, wächst langsam heran und entwickelt oft erst nach längerer Ruheperiode Austrocknung, mehrere Schwärmzellen, die wieder zur Ruhe kommen und dann in ihrem Innern einige Makrozoosporen bilden, aus denen wenig zellige Netze entstehen. Bei dem Wassernetz ist also die Entwicklungsgeschichte bereits eine ziemlich komplizierte, sie wird aber bei der folgenden Familie noch wesentlich mannigfaltiger.

Diese Familie, die Volvocineen, umfaßt in etwa 8 Gattungen ca. 12 Arten, von denen jede einzelne beinahe eine verschiedene Entwicklungsgeschichte hat. Sie vermehren sich teils geschlechtlich, teils ungeschlechtlich; bei manchen ist eine geschlechtliche Fortpflanzung nicht bekannt. Der verbreitetste Vertreter ist Volvox Globator, an welchem wir auch die wesentlichsten Eigenschaften der ganzen Familien kennen lernen wollen. Es sind kleine Hohlkugeln, deren Mantel aus einer gallertartigen Substanz besteht, dem die grünen Volvoxzellen eingelagert sind, oft in einer Zahl von mehreren Tausenden. Alle Zellen sind elipsoidisch, radial gerichtet und strecken nach außen zwei feine Cilien als Bewegungsorgane durch die Gallerthülle. Die einzelne Zelle ist nur wenige Tausendstel eines Millimeters dick, ist chlorophyllgrün, hat einen roten Augenfleck und zwei pulsierende Vakuolen. Die ganze Zellfamilie kann Kugeln bis zu ½ mm und darüber bilden und bleibt durch die Tätigkeit der Cilien in fortwährend rollender Bewegung. Oft sind sie in großer Menge im Wasser enthalten, und wenn man dieses in ein Glas füllt, so kann man in demselben die kleinen, stecknadelkopfgroßen Kügelchen herumschwimmen sehen.

Die Fortpflanzung ist bei Volvox geschlechtlich und ungeschlechtlich, durch Parthenogonidien. Letztere entstehen aus den gewöhnlichen vegetativen Zellen dadurch, daß sich diese vergrößern und wiederholt teilen; dann werden sie allmählich ins Innere der Hohlkugel gedrängt, wo sie unter steten Teilungen zu neuen Volvoxkolonien heranwachsen und schließlich an einem Pol die Gallertwand durchbrechen und die Mutterkugel verlassen.

Die geschlechtliche Fortpflanzung weist hier bereits

eine höhere Entwicklung auf; es entstehen ruhende weibliche Eizellen, Oosphären, und männliche bewegliche Geschlechtszellen, Spermatozoiden; beide gehen aus den vegetativen Zellen der Volvoxkugel, aber in verschiedener Weise hervor. Die Oosphären wachsen, ohne sich zu teilen, zu beträchtlicher Größe heran und fallen namentlich durch ihre dunkelgrüne Farbe auf; sie werden ebenso wie die jungen Parthenogonidien in das Innere der Hohlkugel gedrängt. Die Spermatozoiden gehen ebenfalls aus den heranwachsenden vegetativen Zellen hervor, die sich jedoch frühzeitig in 32—64 spindelförmige gelbliche Körperchen,

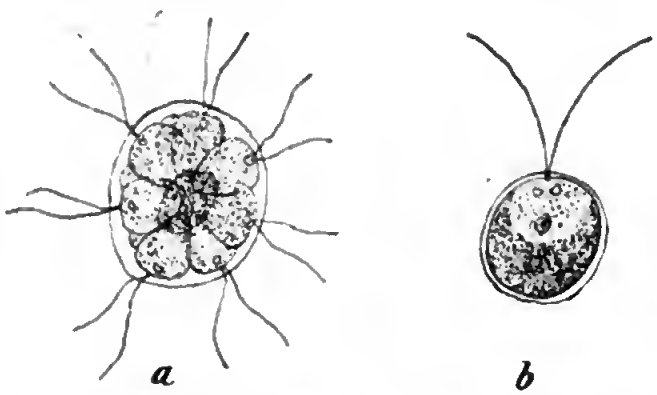


Fig. 32. a Pandorina Morum, b Chlamydomonas.

die Spermatozoiden, teilen, die bündelförmig aneinander liegen. Diese Spermatozoiden werden frei, schwimmen zu den Oosphären hin und befruchten sie, indem sie in dieselben eindringen. Aus den Oosphären werden Oosporen, Dauerzellen, die sich mit einer festen Membran umgeben und eine Ruheperiode durchmachen. Die Einzelheiten bezüglich der Verteilung von Oosphären und Spermatozoiden sowie der Befruchtung sind aber sehr mannigfaltiger und komplizierter Natur.

Eine andere Gattung der Volvocineen ist Eudorina mit der einzigen Art elegans. Es sind auch eiförmige,

mit einer hyalinen Gallerthülle umgebenen, aus 16 oder 32 Zellen bestehende Familien. Bei Pandorina Morum (Fig. 32a) liegen 16, 32 oder 64 Zellen dicht aneinander gedrängt und sehen maulbeerartig aus, ebenfalls von einer Gallerthülle umgeben. Bei Gonium pectorale (Fig. 33) sind die 16 Zellen tafelförmig in einer Ebene angeordnet. Alle Volvocineen sind während ihrer vegetativen Entwicklung beweglich und nähern sich hierdurch sowie durch den Bau ihrer Zellen gewissen niederen, als Flagellaten bezeichneten Tieren, von denen sie jedoch durch die rein

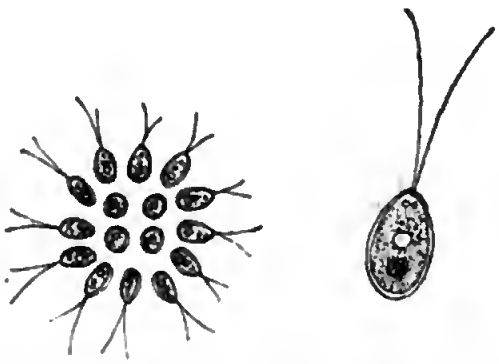


Fig. 33. Gonium pectorale, rechts eine einzelne Zelle.

pflanzliche Lebensweise verschieden sind. Sie kommen zwar auch in größeren Gewässern vor, verschwinden aber hier gegenüber anderen Algen; am lebhaftesten entwickeln sie sich in kleinen Tümpeln, Regenlöchern, Gräben, selbst in mit Wasser gefüllten Kübeln und Untersätzen von Blumentöpfen, wo sie oft so zahlreich auftreten, daß sie das Wasser grün färben.

Eine den Volvocineen verwandte Familie, ebenfalls zu den Flagelaten hinneigend, sind die Chlamydomonaceen. Die Zellen sind denen der Volvocineen ähnlich, aber frei, nicht zu Familien vereinigt. Unter ihnen sind Chlamydomonas Pulvisculus und tingens (Fig. 32b) die ver-

breitetsten; sie bilden auf Wasserlachen, Gräben mit stehendem Wasser im Frühjahr und Frühsommer oft intensiv grüne, dichte Überzüge, sogenannte „Wasserblüten". In den Felshöhlungen der Gebirge, besonders im Granit werden die Wasseransammlungen oft von einer verwandten Art, Chlamydococcus oder Haematococus pluvialis, oft prachtvoll rot oder grün gefärbt.

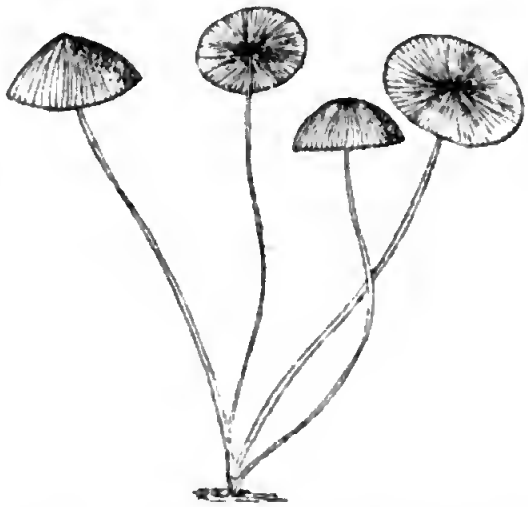


Fig. 34. Acetabularia mediterranea.

Die nächsthöhere Ordnung der Grünalgen wird von den Siphoneen eingenommen, einzellige Algen, deren den ganzen Körper bildende einzige Zelle aber oft enorme Dimensionen und außergewöhnlich reiche Gliederung annimmt (Fig. 34). Häufig ist Botrydium granulatum, kleine, stecknadelkopf- bis hanfkorngroße, runde, am Grunde bewurzelte, grüne Bläschen, die sich namentlich im Schlamm austrocknender Gräben und Teiche finden. Sie überziehen solchen Schlamm oft in dichten Rasen, vermehren sich sehr üppig, auch wenn sie wieder vom Wasser bedeckt sind. Ganz anders sehen die Vaucheriaceen aus, deren Zelle reich verzweigte, lange Fäden bildet. Sie finden sich namentlich in Wiesengräben, im Wasser von Sümpfen, Teichen

u. s. w. und sind sofort an den langen, ungeteilten Zellen erkennbar.

Im Meere erfahren die Siphoneen noch eine weit größere Entwicklung und Mannigfaltigkeit der Gestaltung. Besonders auffallend ist die zierliche, aufgespannten Sonnenschirmen vergleichbare Acetabularia mediterranea (Fig. 34) und die im Stamm, blattartige und wurzelartige Organe differenzierte Caulerpa prolifera, die trotz dieser hohen Gliederung nur aus einer einzigen Zelle besteht.

In der nun folgenden Ordnung der Confervoideen finden sich wieder die mannigfaltigsten Formen; sie sind dadurch von den anderen Grünalgen unterschieden, daß ihr Thallus stets mehrzellig ist. Im übrigen sind sie aber sehr verschiedenartig entwickelt, meist sind es unverzweigte oder verzweigte Zellfäden, zuweilen auch blattartige Körper, wie bei der im Meere weit verbreiteten Meersalat, Ulva lactuca.

Einfache Zellfäden bilden die Conferva- und Ulothrixarten, ebenso die Oedogonien, die jedoch durch eine komplizierte Fortpflanzung und den eigenartigen Mechanismus bei der Zellteilung auffallen. Teilweise sind die Arten der Gattung Oedogonium nämlich diözisch und die sehr kleinen, wenigzelligen männlichen Pflänzchen setzen sich als „Zwergmännchen" in der Nähe der weiblichen Geschlechtszellen auf den Fäden fest und entlassen zur Zeit der Empfängnisfähigkeit der Eizelle ein oder zwei mit einem Wimperkranz am Vorderrande versehene Spermatozoiden, welche in die Eizelle eindringen und dieselbe befruchten (Fig. 33).

Die vegetative Zellteilung erfolgt in der Weise, daß

sich die Zelle unter Aufbrechen der Mutterzellmembran plötzlich auf nahezu die doppelte Länge streckt. Die Reste der Mutterzellmembran umgeben dann die jungen Zellen oft zu mehreren wie kappenförmig ineinander geschachtelt.

Sehr häufig findet man in Quellen und Bächen mit klarem Wasser schlüpfrige, hellgrüne, büschelig verzweigte Räschen einer sehr zierlichen Alge, Draparnaldia, von der besonders Draparnaldia glomerata und plumosa weit verbreitet sind (Fig. 34). Von einem Hauptfaden mit dickeren, meist tonnenförmig angeschwollenen Zellen gehen zahlreiche, sich weiter verzweigende Äste ab, deren Zellen immer dünner und verhältnismäßig länger werden. Andere nahe verwandte Gattungen, namentlich Chaetophora, bilden nicht schlüpfrige oder zerfließende, sondern konsistente elastische, grüne Gallertkörper von für jede Art annähernd bestimmter Form. Bei Chaetophora endiviaefolia sind diese Gallertlager langgestreckt, gelappt und verzweigt, ähnlich den Endivienblättern, bei Chaetophora pisiformis sind sie rundlich.

Die artenreichste, auch im Meere in vielen Formen auftretende Gattung der Confervoideen ist Cladophora (Fig. 35). Es sind grüne, bald reich, bald spärlich verzweigte Fäden, die teils an Steinen, Hölzern und Stengeln von Wasserpflanzen festsitzen, teils mächtige, frei schwimmende grüne Wattemassen bilden. Sie kommen überall vor, in Seen, Flüssen, Quellen, Sümpfen und bilden vielfach der Menge nach die Hauptmasse der Algenvegetation eines Gewässers. Manchmal entwickeln sie sich zu beträchtlicher Größe; so werden die lang flutenden, an den Kähnen der Rheinbrücke bei Maxau festgewachsenen Stränge der Cladophora glomerata über $^3/_4$ m lang.

Als Grünalgen und zwar als höchste Gruppe derselben werden gewöhnlich noch die Characeen betrachtet, obwohl

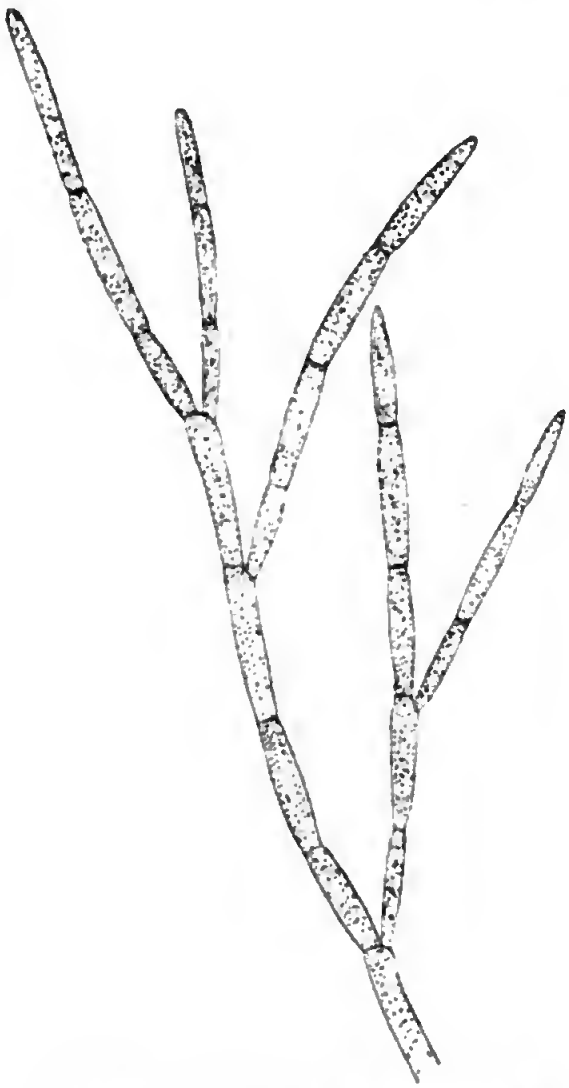


Fig. 35. Cladophora glomerata.

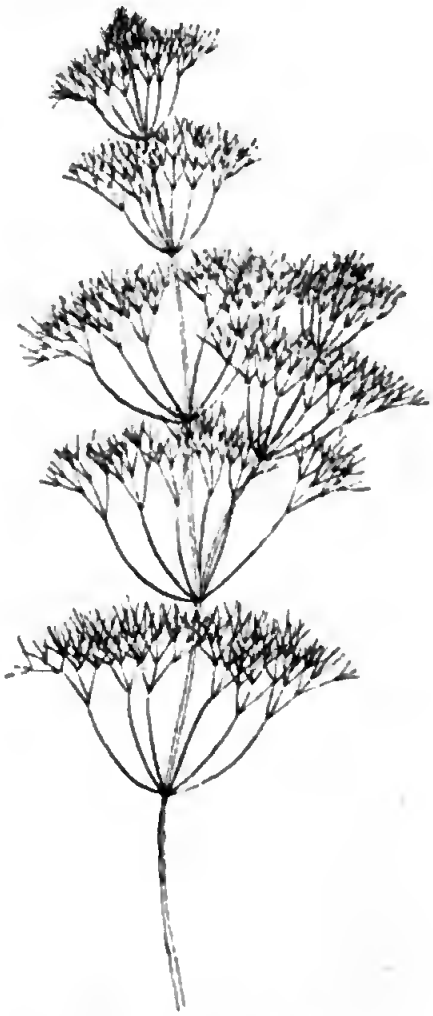


Fig. 36. Nitella gracilis.

sie hinsichtlich ihres vegetativen Aufbaues und ihrer Fortpflanzung eine ziemlich isolierte Stellung einnehmen. Die Blätter stehen in Quirlen an den Knoten der meist ziemlich langen, dünnen Stengel der bei den Nitellen abwechselnd aus langen Internodial- und kurzen Knotenzellen aufgebaut ist, bei vielen Characeen noch eine besondere Berindung besitzt. Der außerordentlich regelmäßige, etwas

an Schachtelhalme erinnernde Bau der Charen läßt diese sofort erkennen (Fig. 36). Ihre Fortpflanzungsorgane sind ganz eigenartig entwickelt. Die Eizellen werden nämlich von 5 Hüllzellen spiralig umgeben, und diese bilden an der Spitze des sogenannten Sporenknöspchens ein bei den Charen fünfzelliges, bei den Nitellen zehnzelliges Krönchen. Das Organ, in welchem die männlichen Geschlechtszellen entstehen, das Antheridium, ist ein rotes, kugeliges Gebilde, welches mit 8 Klappen aufspringt. In der Mitte jeder Klappe steht ein Griff, von welchem aus lange, peitschenschnurähnliche Fäden ausgehen, die aus zahlreichen, flach scheibenförmigen Zellen bestehen. Jede solche Zelle beherbergt ein spiralig gewundenes, zweigeißeliges Spermatozoid, welches denen der Laubmoose sehr ähnlich ist, bei seiner Ausbildung aus der Zelle schlüpft und nach den Sporenknöspchen zu schwimmt, um die Eizelle zu befruchten. Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung kommt bei den Characeen nicht vor, nur eine oft sehr ergiebige vegetative Vermehrung durch abweichend gebaute Zweige.

Besonderes Interesse haben die Characeen durch die eigentümliche, als Rotation bezeichnete Plasmaströmung in ihren Zellen erweckt. Man kann dieselbe auch schon bei schwächerer Vergrößerung (40—80) an geeigneten Zellen gut beobachten; am besten eignen sich nicht zu alte und nicht mit Kalk inkrustierte Internodialzellen von Nitellen. In diesen bemerkt man sehr leicht einen meist etwas schräg verlaufenden, farblosen Streifen, den Indifferenzstreifen, zwischen dem grünen Wandbelag, und wenn man nun etwas tiefer einstellt, sieht man, daß auf der einen Seite dieses Streifens herauf, auf der andern herunter, fortwährend zahlreiche kleinere und größere Inhaltskörper des Plasmas

fortgerissen werden, daß also das Plasma in fortwährender rollender Bewegung ist. Diese Bewegung ist oft überraschend lebhaft, sie verläuft in einem geschlossenen Kreis, auf der einen Seite der Zelle hinauf, auf der anderen hinunter; der Indifferenzstreifen scheidet beide Ströme voneinander.

Die Characeen sind Bewohner sehr verschiedener Gewässer, sie kommen im Seewasser und Süßwasser vor, in Seen, Flüssen, Bächen, Wiesengräben, Ausstichen, Torfsümpfen; nur in Wasser, welches irgend welche industrielle Verunreinigungen zeigt, fehlen sie stets.

Die Braunalgen (Phaeophyceen).

Die Braunalgen sind mit verschwindenden Ausnahmen Bewohner des Meeres. Sie sind durch ihre braune bis schwarze Farbe schon äußerlich kenntlich; ihre Chromatophoren enthalten einen braunen Farbstoff, das Phycophaein. Die Fortpflanzung ist teils geschlechtlich, teils ungeschlechtlich; die Geschlechtsorgane stehen bei der ersten Klasse der Braunalgen, den Phäosporeen, an der Oberfläche des Thallus, bei der zweiten Klasse, den Cyclosporeen, im Innern besonderer Hohlräume, Conceptakel. Im einzelnen ist die geschlechtliche Fortpflanzung sehr verschieden, jedoch nicht in dem Maße, wie bei den Chlorophyceen. Entweder werden, wie bei den Ectocarpeen, gleichartige männliche und weibliche Geschlechtszellen, Planogameten ausgebildet, die miteinander kopulieren, oder männliche, bewegliche Geschlechtszellen befruchten ruhende Eizellen, wie bei Fucus.

In der Gestalt sind die Braunalgen ebenfalls außerordentlich verschieden. Die einfachsten, zu den Ectocarpeen

gehörigen Formen, bilden nur einfache oder verzweigte Fäden, meist an anderen Algen oder Steinen ꝛc., im Wasser festsitzend, dagegen stellt der Thallus von Macrocystis, Fucus, Sargassum bereits einen so hoch differenzierten Pflanzenkörper dar, daß man kaum mehr von einem Thallus reden kann.

Die Zahl der Arten von Braunalgen ist eine sehr bedeutende; besonders bekannt sind zwei artenreiche Gattungen, Fucus, der Blasentang, und Sargassum.

Die Arten der Gattung Fucus besitzen einen derben, lederartigen, mehrfach dichotom gegabelten, flachen Thallus, welcher von Mittelrippen durchzogen ist und eine Länge von ½ m und darüber erreichen kann. Charakteristisch sind die blasenartigen Anschwellungen, welche die meisten Fucusarten in ihrem Laub besitzen, eine Art so stark, daß er davon den Namen Blasentang, Fucus vesiculosus, erhalten hat. Alle Fucusarten sind mit Haftorganen am Boden festgeheftet, werden aber bei Stürmen oft losgerissen und zuweilen in Massen ans Land geschwemmt, wo sie dann mitsamt den ihnen anhaftenden kleinen Muscheln, Krebsen u. s. w. faulen und an einzelnen Stellen der Küste die Luft verpesten. Auch an den Küsten der Nord- und Ostsee sind die Fucusarten sehr häufig.

Ebenso verbreitet sind die Arten der Gattung Sargassum, die jedoch nicht festwurzeln, sondern frei an der Oberfläche schwimmen, sich zu dichten Wiesen zusammenballen und oft in fast undurchdringlicher Weise verfilzen. Solche als Sargassummeere bezeichnete Algenmassen können zuweilen viele Meilen lang und breit sein; sie verändern ihren Stand und werden vom Winde und den Strömungen bald hierhin, bald dorthin getrieben. Für die Schiffahrer

sind sie zuweilen eine Plage; besonders Raddampfer mit ihren flachgehenden Rädern haben dadurch zu leiden, daß sich die Sargassumstengel um die Schaufeln der Räder wickeln und diese schließlich ganz verstopfen.

Fig. 37. Sargassum subrepandum.

Bei Sargassum (Fig. 37) glaubt man übrigens im ersten Augenblick keine Alge, sondern eine Phanerogame, etwa einen Potamogeton, vor sich zu haben; man kann deutlich einen dünnen, verzweigten Stengel erkennen, an dem abwechselnd blattartige, oft kurz gestielte Organe stehen. Einzelne Sargassumstengel können übrigens mehr als 100 m lang werden; zu den Braunalgen gehören überhaupt die

längſten bekannten Pflanzen, die Stengel von Macrocystis pyrifera können eine Länge von 300 m erreichen.

Die Rotalgen (Rhodophyceen).

Auch die Rotalgen ſind zum überwiegenden Teil Meeresbewohner, nur einige Gattungen mit wenigen Arten kommen auch im Süßwaſſer vor. Sie ſind ausgezeichnet durch ſchön rote, mitunter prachtvolle Färbung, die von einem ihnen eigentümlichen Farbſtoff, dem Phycoerythrin, herrührt. Bei einzelnen Arten treten noch andere Farbſtoffe hinzu, die ſogar den roten völlig verdecken können, wie bei dem blaugrünen Batrachospermum vagum oder den ſchwarzgrünen Lemaneaarten.

Die Fortpflanzung der Rotalgen iſt eigenartig; die Geſchlechtszellen ſind unbeweglich. Die männlichen, Spermatien genannt, ſind rundliche Körperchen und werden paſſiv zu den weiblichen, den Carpogonen, hingetrieben. Die letzteren ſind zu einer Spitze, Trichogyne, ausgezogen, an welcher die Spermatien hängen bleiben und mit welcher ſie verſchmelzen. Infolge dieſer Befruchtung treiben aus dem unteren Teil des Sporogons Äſte aus, deren Endzellen zu Sporen, Carpoſporen, werden. Im einzelnen kommen dabei große Verſchiedenheiten vor; ſo ſitzen z. B. bei manchen Arten die Trichogyne und das Carpogon auf verſchiedenen Äſten.

Neben dieſer geſchlechtlichen kommt auch eine ungeſchlechtliche Fortpflanzung durch Tetraſporen vor, unbewegliche, meiſt zu vier, oft wie die Ecken eines Tetraeders gelagerte, intenſiv rot gefärbte Zellen, die gewöhnlich in Häufchen nebeneinander entſtehen.

Im Meere erreichen die Rhodophyceen oder Florideen,

wie sie auch genannt werden, eine außerordentliche Entwicklung und Mannigfaltigkeit; ihre Farbenpracht und oft auch ihre Formschönheit machen sie zu den größten Zierden der Meeresflora. Im Süßwasser kommen sie weniger häufig und in unscheinbaren Formen vor. Wir haben hier nur Vertreter der Gattungen Lemanea, Batrachospermum, Chantransia, Hildenbrandtia, Thorea.

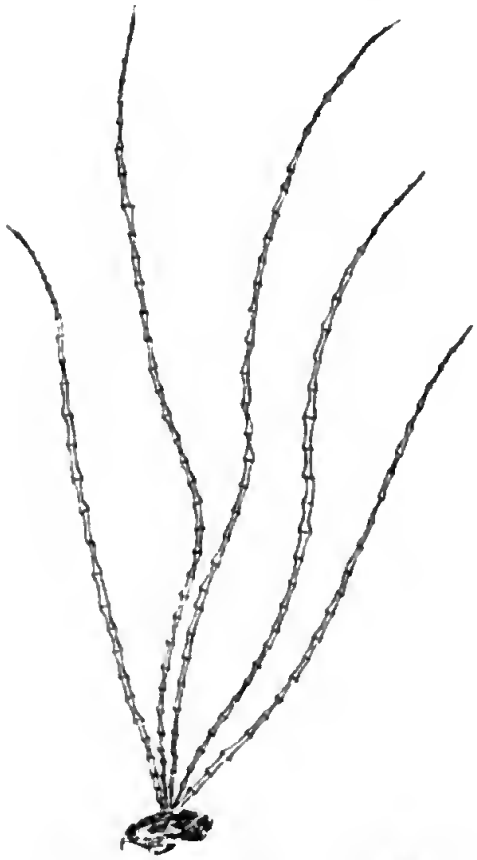


Fig. 38. Lemanea torulosa.

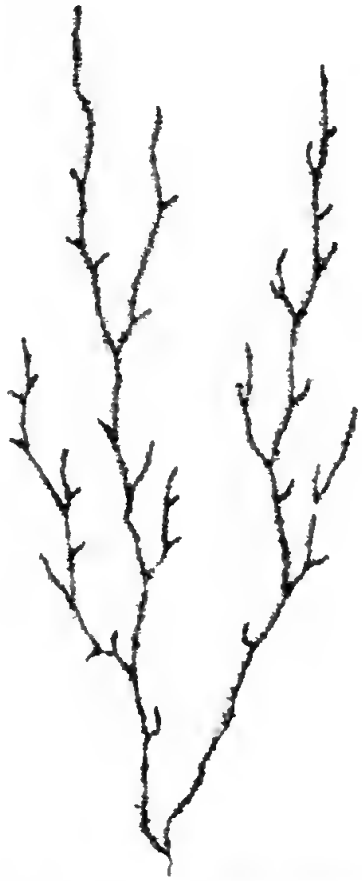


Fig. 39. Thorea ramosissima.

Lemanea bildet hohle, borstige, mehrere Zentimeter lange, bräunliche Fäden, die meist in Büscheln zusammensitzen. Alle Arten bevorzugen rasch fließende, steinige Gebirgsbäche, Wasserfälle, wo sie an geeigneten Orten den ganzen Grund dicht polsterartig überziehen und dem Gewässer eine tiefe, dunkle Farbe verleihen (Fig. 38). Sehr

kleine blaue, bräunliche oder rötliche Büschel bilden die Fäden der Chantransiaarten. Sie sind sehr einfach gebaut, kommen festsitzend an Steinen oder Algen, besonders Lemaneaarten vor. Sie sind im allgemeinen selten, bewohnen ebenfalls gern rasch fließende Gebirgsbäche, kommen aber auch in der Ebene vor.

Einen schönen, purpurroten, häutigen Überzug auf Steinen in Gebirgsbächen bildet die seltene Hildenbrandtia rivularis; ihr Lager ist flach, hautartig, gewöhnlich vollständig mit dem Substrat verwachsen.

In klaren Quellen und Wassertümpeln, auch in Bächen und Torfgräben kommt eine zierliche Rotalge, Batrachospermum moniliforme, in vielen, oft sehr verschiedenen Formen vor. Die gewöhnliche Farbe ist ein unscheinbares Braungrau mit einem Stich ins Violette, manchmal fast schwärzlich, zuweilen purpurn, violett (Fig. 39). Es sind schlüpfrige, verzweigte, Büschel bildende Fäden, welche in größeren oder kürzeren Abständen Wirtel von sehr reich verzweigten Ästen tragen, die zusammen einen kugeligen Umriß haben. Daher erscheint dem bloßen Auge oder bei Lupenvergrößerung ein Batrachospermumfaden wie mit dicht aneinandergereihten Perlen bezogen. In den Torfmooren des Gebirges wird die Art durch das prachtvoll blaugrüne Batrachospermum vagum vertreten, welches ganz ähnlichen Bau zeigt, jedoch durch seine schöne und auffallende Farbe sofort zu unterscheiden ist. Diese Art ist weit seltener und durchaus nicht in allen Hochmooren zu finden, während Batrachospermum moniliforme allgemein verbreitet und häufig ist.

Sehr selten ist die zierliche Thorea ramosissima an Steinen in Flüssen, so im Neckar und Rhein. Es sind lange

violette, verzweigte Fäden, die dicht von äußerſt feinen Zellfäden eingehüllt ſind.

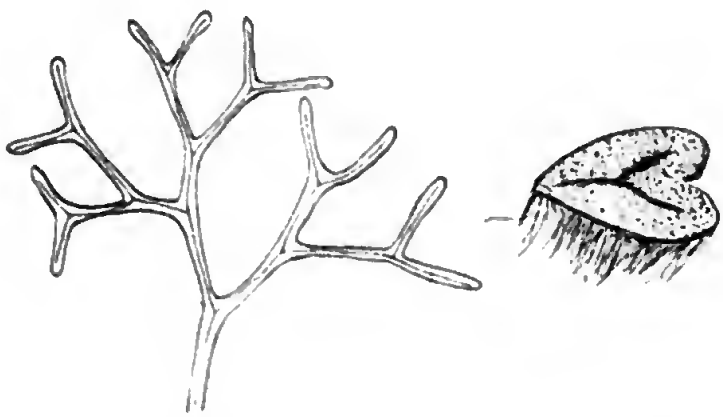
Unter den Rotalgen des Meeres gibt es einige, die Verwendung finden, ſo Chondrus crispus, welcher das Carragen, Gracillaria lichenoides, Gigartina und andere Arten, welche das Agar-Agar liefern. Den größten Nutzen aber gewähren uns alle Algen indirekt als Nährſtoffe für allerlei Waſſertiere, die dann wieder den Fiſchen zur Nahrung dienen.

---

2. Kapitel.

Die Waſſermooſe.

Die Mooſe ſind mit Ausnahme der kleinſten Formen dem bloßen Auge deutlich als beblätterte Pflanzen erkennbar; nur die niederſten Formen der Lebermooſe haben keinen in Stamm und Blätter gegliederten Körper, ſondern einen Thallus, der eine größere Differenzierung noch nicht erkennen läßt.



a *b*

Fig. 40. a Riccia fluitans, b Riccia natans.

Von den Lebermooſen ſind es nur wenige Arten, die unſere Gewäſſer beleben, hauptſächlich Riccia natans

und Riccia fluitans. Beide gehören zu den unterſten Gliedern dieſer Gruppe und haben, namentlich die erſtere, eine gewiſſe Ähnlichkeit mit Waſſerlinſen. Riccia natans ſchwimmt in Form kleiner, bewurzelter Blättchen (Fig. 40) an der Oberfläche ſtehender Gewäſſer, während Riccia fluitans in Form dichotom verzweigter, flacher, an den Enden etwas verbreiterter, halbdurchſcheinender, mattgrüner Sproſſe untergetaucht vegetiert. Übrigens ſind beide nicht überall verbreitet, und namentlich die erſtere iſt durchaus nicht häufig. Sonſt kommen wohl an feuchten Felſen, an überrieſeltem Geſtein oder an Bachufern und in Sümpfen Lebermooſe vor; einzelne Arten haben auch beſondere Waſſerformen, aber den Charakter eines Gewäſſers beſtimmen die Lebermooſe nicht.

Von den Laubmooſen gibt es eine Gruppe, die zwar nicht eigentlich den Waſſermooſen zugehört, aber mehr wie jedes andere Moos feuchte, ſumpfige oder torfige Stellen liebt und ſpeziell die eigentümlichen Waſſeranſammlungen der Hochmoore charakteriſiert: Die Torfmooſe oder Sphagna. Schon äußerlich zeigen ſie ein abweichendes Ausſehen; ſie ſind ſelten rein grün, ſondern bleich, rötlich oder gelblich bis bräunlich, reich veräſtelt und an der Spitze in eine durch kurze Äſtchen gebildete Roſette auslaufend. In mehr oder weniger dichten Polſtern oder lockeren Raſen überziehen ſie oft weite Flächen der Torfmoore, wachſen in die Tümpel und Waſſerlöcher derſelben hinein und werden hier, oft untergetaucht, zu echten Waſſerpflanzen. Aber nirgends im Pflanzenreich iſt die äußere Form ſo nach Standort verſchieden ausgeprägt, als bei den Torfmooſen. Bei einer beſonders auf den Hochmooren häufigen Art, Sphagnum cuspidatum,

erſcheint die auf dem trockenen oder nur mäßig feuchten Torfboden wachſende Form ſo völlig verſchieden von der im Waſſer, untergetaucht, oft nur drei Schritt von der vorigen entfernt wachſenden Form, daß man beide für

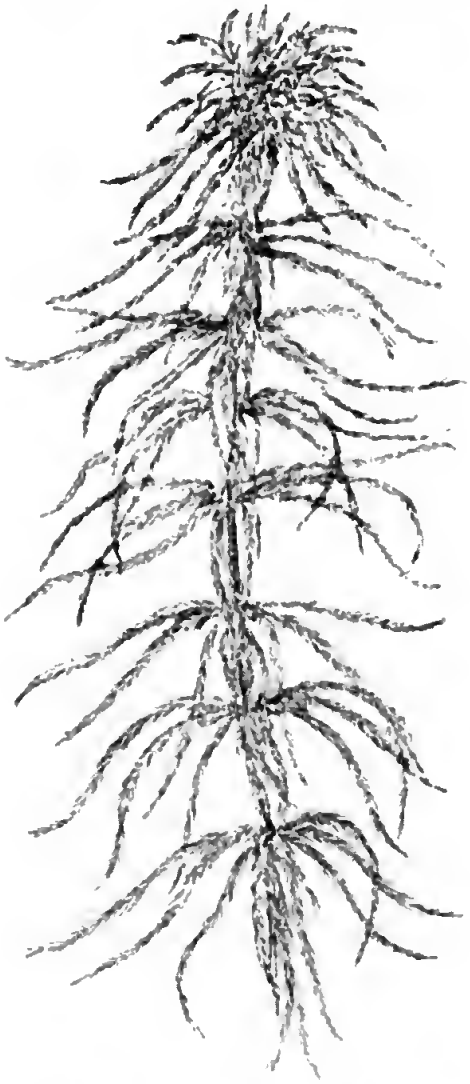


Fig. 41. Sphagnum cuspidatum, Landform.

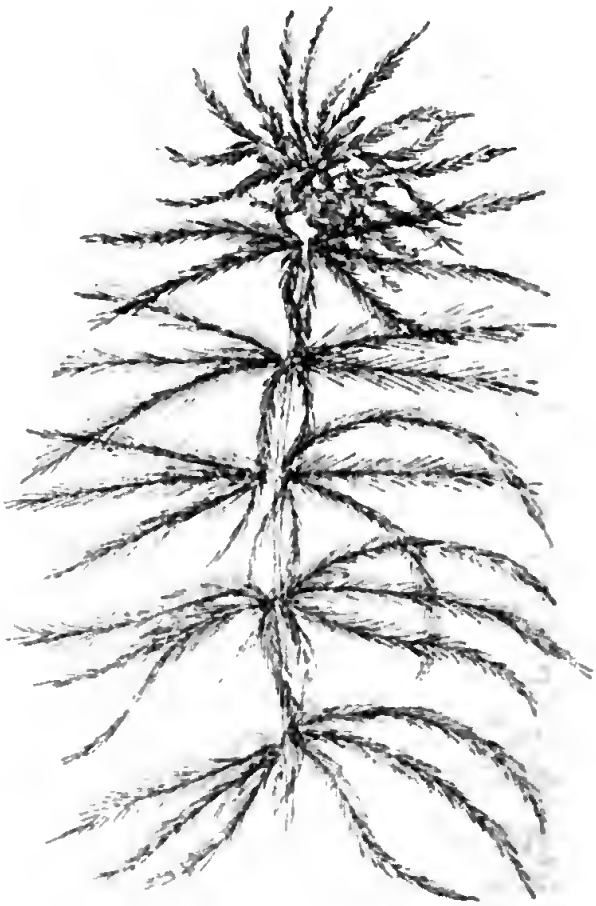


Fig. 42. Sphagnum cuspidatum, Waſſerform.

völlig verſchiedene Arten halten möchte (Fig. 41). Und doch ſind beide durch alle möglichen Zwiſchenformen und Übergänge miteinander verbunden.

Wo Torfmooſe wachſen, fehlt Kalk im Boden; Spuren von Kalk, künſtlichen Kulturen von Torfmooſen zugeſetzt,

bringen dieselben gewöhnlich bald zum Absterben. Deshalb halten sich die Torfmoose auch in unsern Gewächshäusern, wo sie als Grundlage zur Kultur von Sonnentau und anderen Pflanzen verwendet werden, meist nur kurze Zeit am Leben; das meist kalkhaltige Leitungswasser, mit dem sie gegossen werden, ist für sie Gift.

Im allgemeinen sind die Torfmoose, die in ungefähr 25 Arten in Deutschland vorkommen, sehr feuchtigkeitsbedürftig, können aber, wenn nur zeitweise wenigstens starker Tau fällt, wie auf unsern Hochgebirgsmooren, lange Zeit ohne Regen und selbst auf trockenem Boden vermöge ihres eigentümlichen anatomischen Baues aushalten. Schon die mehr oder minder polsterartige Beschaffenheit der Sphagnumrasen bedingt, daß sie sich gegenseitig feucht halten und eine Wasserverdunstung möglichst verhindern. Dazu kommt aber noch, daß ihre Stengel mit einer schwammartigen Rinde ausgestattet sind, die viel Wasser aufsaugen und nur langsam abgeben kann. Demselben Zweck dient der eigentümliche Bau der Blätter, welche eine Struktur aufweisen, wie sie unter den Moosen sonst nicht wieder vorkommt.

Die rippenlosen Blätter bestehen nämlich aus zweierlei Zellen: große, farblose, tote werden von kleinen, schlanken, schmalen, chlorophyllgrünen umgeben (Fig. 43). Die ersteren sind aufgeschwollen, mehr oder minder tonnenförmig und durch Reifen- oder Spiralfasern innen ausgesteift, stehen auch mit der Außenwelt durch mehr oder minder große Öffnungen, Poren, in Verbindung. Die kleinen, schmalen, dazwischenliegenden grünen Zellen sind lebend. Die farblosen Zellen dienen als große Wasserreservoire, die sich bei Tau oder Regen füllen und ihren Wasservorrat nur

ſehr langſam durch Verdunſtung wieder abgeben. So halten die Torfmooſe das einmal aufgenommene Waſſer ſehr zähe feſt, vermögen aber auch verhältnismäßig große Quantitäten Waſſer aufzunehmen. Wo ſie in Maſſe vorkommen, bilden ſie alſo eine merkwürdig ſicher funktionierende Regulierung der Waſſerverhältniſſe; ſie nehmen bei großen Mengen von Niederſchlägen enorm viel Waſſer auf und geben es langſam in trockener Zeit an ihre Umgebung ab.

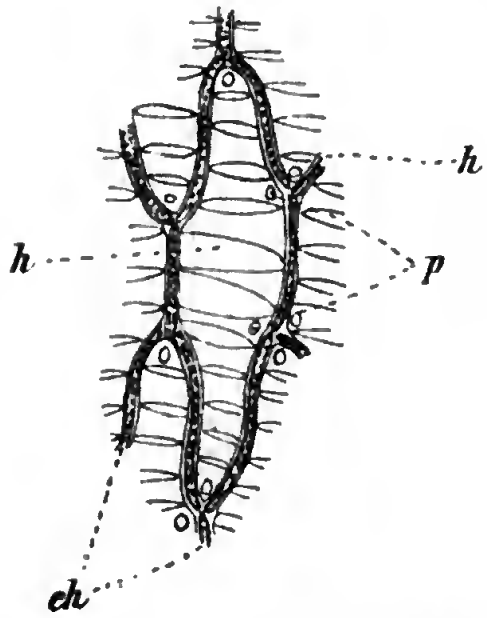


Fig. 43. Zellen aus einem Sphagnumblatt. h farbloſe, ch chlorophyllgrüne Zellen, p Poren.

Dieſe Wirkung der Torfmoore macht ſich auf den Hochmooren unſerer Gebirge beſonders ſegensreich bemerkbar, ſie verhindern Überſchwemmungen und verſorgen während regenloſen, heißen Perioden den umliegenden Wald mit Waſſer.

Auch in anderer Hinſicht haben die Torfmooſe eine nicht unbeträchtliche Bedeutung erlangt, nämlich als Torfbildner. In ſehr vielen Gegenden, insbeſondere auf den eigentlichen Hochmooren, ſind Torfmooſe die Hauptbeſtandteile des Torfes. Die Torfmooſe wachſen, indem ſie ſich oben verzweigen, an ihrer Spitze immer fort, während ſie unten in entſprechendem Maße abſterben. Die abgeſtorbenen Teile werden durch den Druck der darüber liegenden Maſſe, durch die Feuchtigkeit und die Abſperrung von der Luft allmählich in Torf verwandelt, und aus dieſem, oft Jahrtauſende andauernden Vertorfungsprozeß gehen dann die

mächtigen Torflager hervor, wie ſie z. B. im Burtanger Moor in Hannover oder in den Hochmooren der Gebirge vorkommen.

Ein ſolches Hochmoor bietet einen eigentümlichen Anblick; die fahlgrüne Farbe des dicht polſterartigen Torfmooſes wird ſtellenweiſe von dunklen Waſſertümpeln unterbrochen, die wieder von den flutenden Formen der Torfmooſe erfüllt ſind. Aber nicht immer iſt es ratſam, ſich dieſen Waſſertümpeln zu nähern, denn ſehr oft iſt die ganze Torfmoosvegetation nur eine trügeriſche Decke über tiefen Torfſümpfen, welche den Tritt des menſchlichen Fußes nicht aushalten; oft liegt metertiefes, klares Waſſer darunter und am Grunde oft ein noch tieferer, brauner, halbflüſſiger Torfſchlamm. Schon mancher hat, der trügeriſchen Decke trauend, ſeinen Tod in dem unheimlichen braunen Grab gefunden, über dem ſich die bleichen Raſen wieder ſchloſſen, ohne eine Spur von dem traurigen Drama zu hinterlaſſen.

In fließenden Wäſſern begegnen wir hauptſächlich Arten der Gattung Fontinalis, insbeſondere Fontinalis antipyretica (Fig. 44), die durch ihre eigentümlichen, beinahe infolge der Beblätterung dreikantigen, langflutenden, verzweigten Stengel auffällt. In manchen Flüſſen bildet ſie geradezu Maſſenvegetationen, ſo ſtellenweiſe im Rhein, wo die Steinbauten des Ufers dicht von Fontinalisraſen überzogen ſind. Auch in klaren Quellen und kalten Tümpeln mit klarem Waſſer ſind die Fontinalisarten anzutreffen, manche lieben auch die Torflöcher der Ebene, kommen aber nicht in den Hochmooren vor. Von anderen waſſerbewohnenden Mooſen ſeien nur noch genannt Cinclidotus, einige Arten von Hypnum, einige Arten von Fissidens und das eigentümliche Octodiceras Julianum.

Die Fiſſidensarten, ebenſo wie Octodiceras, fallen ſofort durch die regelmäßige, zweireihige, fiederartige Beblätterung auf; ſie gehören zu unſern zierlichſten Arten.

Fig. 44 Fontinalis antipyretica.

Fig. 45.
Octodiceras Julianum.

Bei genauer Unterſuchung der Blätter findet man auch bei ihnen eine Eigentümlichkeit, die ſie ſofort von allen andern Familien der Mooſe unterſcheiden läßt. Die Blätter be-

sitzen nämlich einen sogenannten Dorsalflügel, d. h. einen spreitenartigen, von der Rippe ausgehenden Blattflügel, der das Aussehen hat, als wenn das Blatt drei Blattspreitenhälften hätte (Fig. 45).

Interessant ist besonders Octodiceras Julianum, infolge verschiedener Anpassungserscheinungen an seinen Standort. Das zarte schlaffe Moos wächst mit Vorliebe an den Wänden oder am Grunde steinerner Brunnen mit kaltem Wasser, so daß seine Sprosse nie an die Luft kommen. Nun ist aber zum Ausstäuben der Sporen bei den meisten Moosen notwendig, daß sich die Kapsel an der Luft öffnet; viele Wassermoose fruchten deshalb auch nur, wenn periodisch Trockenheit eintritt und sie wenigstens zeitweise an der Luft liegen, oder sie treiben sehr lange Kapselstiele, die, namentlich bei Sumpfmoosen, über den Wasserspiegel hervortreten. Bei Octodiceras dagegen sind die Kapselstiele ganz kurz, aber die ganzen Fruchtästchen brechen zur Zeit der Sporenreife ab und steigen an die Oberfläche, so daß die Kapsel über den Wasserspiegel sich emporhebt, öffnen, und die Sporen ausstreuen kann, die dann freilich zum größten Teil in denselben Brunnen fallen, zum Teil aber auch vom Winde fortgeführt werden, und, wenn sie Glück haben, in einen andern Brunnen gelangen, in welchem sie eine neue Octodiceraskolonie gründen.

Gehen wir einen Schritt weiter, von den Wasseransammlungen zum trockenen Land, so siedeln sich zahlreiche Moose an dieser Grenzzone an, die je nach dem Wasserstande bald im Sumpf, bald auf trockenem Lande, bald im Wasser leben. Sie sind an diesen Wechsel angepaßt und teilweise auf ihn angewiesen. Ebenso werden zeit-

weiſe überrieſelte oder naſſe Felſen von beſonderen Arten bewohnt, die weder eigentliche Waſſermooſe ſind, noch auf trockener Unterlage gedeihen könnten.

In den flachen Sümpfen der Ebene, auf feuchten Wieſen, an Teichrändern, ſumpfigen Gräben u. ſ. w. ſind es namentlich die außerordentlich formenreichen Arten der Gattung Hypnum, welche oft weite Strecken überziehen und ſtellenweiſe auch in die Waſſerlöcher des Sumpfes hineinwachſen, gewöhnlich dabei ihr Ausſehen ändernd.

Zwiſchen den Büſcheln der Waſſermooſe, zum Teil von ihnen lebend, treibt eine bunte Tierwelt in zahlloſen Individuen ihr Spiel. Schnecken, Waſſerafſeln, kleine Krebſe, Würmer, Infuſorien, oft zu Tauſenden in einem einzigen Buſch von Fontinalis, ſuchen Schutz und Nahrung in dem dicht verſchlungenen Geäſt der Mooſe. Sie bilden einen nicht unweſentlichen Beſtandteil der Fiſchnahrung, und ſo findet man denn auch nicht ſelten kleine Fiſche in den Mooswieſen am Grunde der Gewäſſer, die dort eifrig ihren Lebensunterhalt ſuchen.

---

3. Kapitel.

Die Waſſerfarne.

Die Waſſerfarne ſind bei uns ſeltene Gewächſe; wo ſie aber vorkommen, ſind ſie meiſt in größerer Zahl, oft maſſenhaft, vorhanden. Auch die Zahl der Arten iſt gering, nur 5 bewohnen das Gebiet der deutſchen Flora.

Die eine, Salvinia natans, iſt ein zierliches, ſchwimmendes Pflänzchen von höchſtens Fingerlänge mit 3 Blättern im Quirl, von denen jedoch das eine, ins Waſſer

tauchende, ganz abweichend, wie eine lange, verzweigte Faserwurzel gestaltet ist. Die beiden schwimmenden Blättchen jedes Quirles sind oval, ähnlich den Fiederblättchen der Akazie oder Robinie, und das Pflänzchen selbst sieht wie ein kurzes Robinienblatt aus. Wo

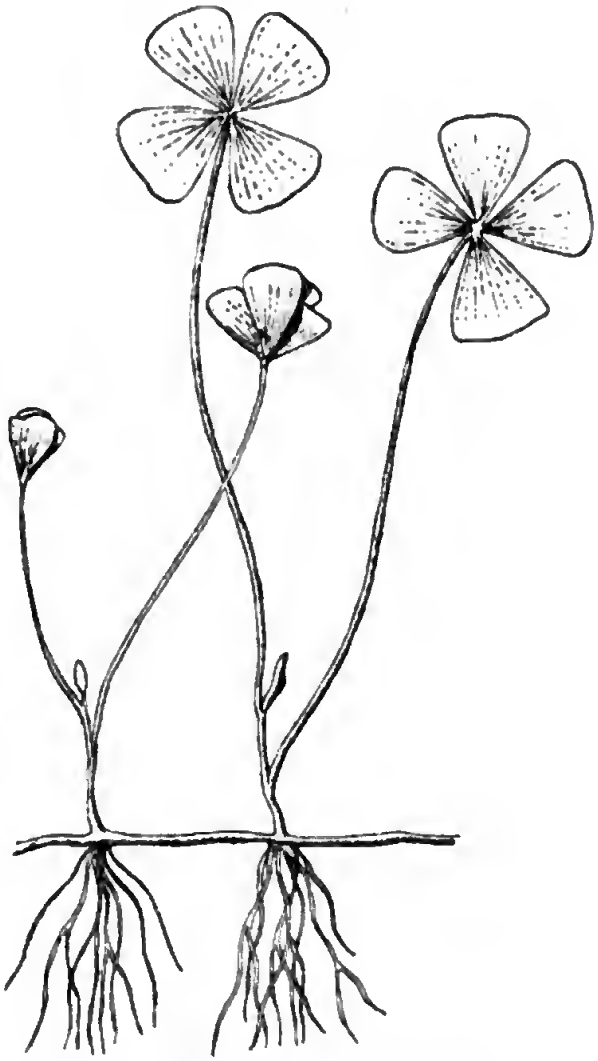


Fig. 46. Marsilia quadrifoliata.

die Salvinia in Menge auftritt, wie in manchen Teichen Oberschlesiens, kann sie weite Strecken des Wassers so dicht bedecken, daß man nichts vom Wasserspiegel wahrnimmt.

Ein ebenfalls zierliches Pflänzchen ist der Wasserklee, Marsilia quadrifoliata, ein wurzelnder Wasserfarn,

deſſen einem vierblättrigen Kleeblatt ähnliche, aber ſehr langgeſtielte Blätter über das Waſſer emporragen (Fig. 46). Die Pflanze iſt ebenfalls ſelten, kann aber, wo ſie vorkommt, am Rande von Teichen und Seen weite, dichte Wieſen bilden.

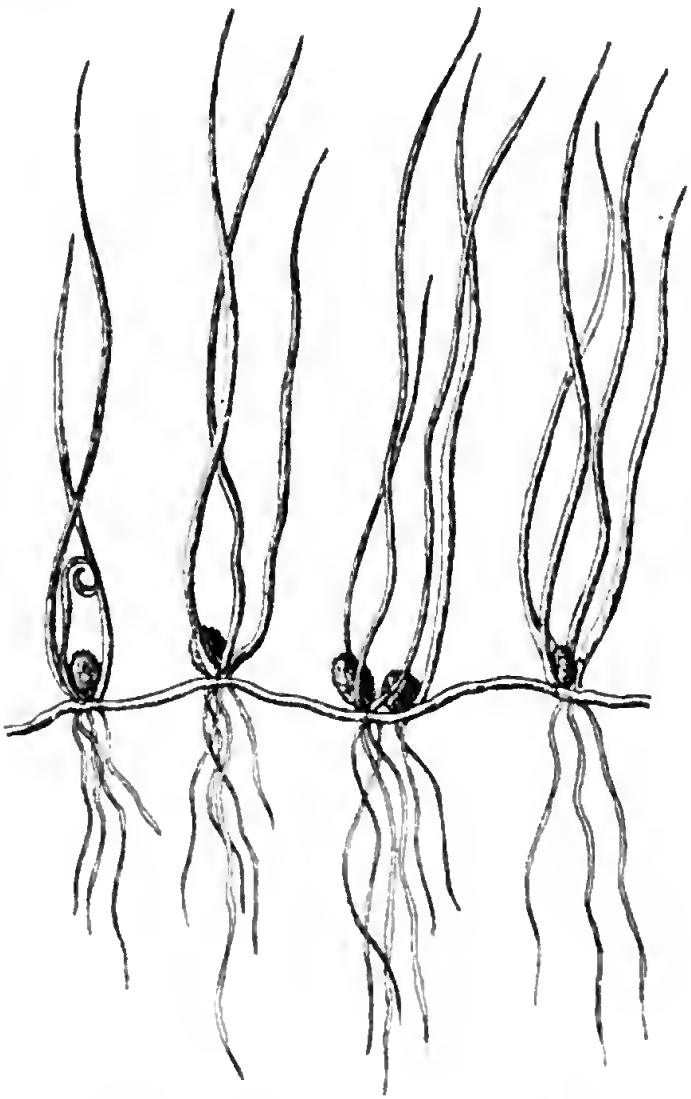


Fig. 47. Pilularia globulifera.

Kleine, unſcheinbare, binſenartige Büſche bildet die Pilularia globulifera (Fig. 47) am Grunde ſumpfiger Wieſengräben oder am Rande von Sümpfen; ſie fällt durch die eigentümlichen, pillenähnlichen runden Früchte auf.

Gewöhnlich aber wird sie ganz übersehen, zumal sie auch durchaus nicht häufig ist.

In unsern Gebirgsseen treten noch zwei untergetaucht wachsende seltene Farne auf, Isoëtes lacustris und

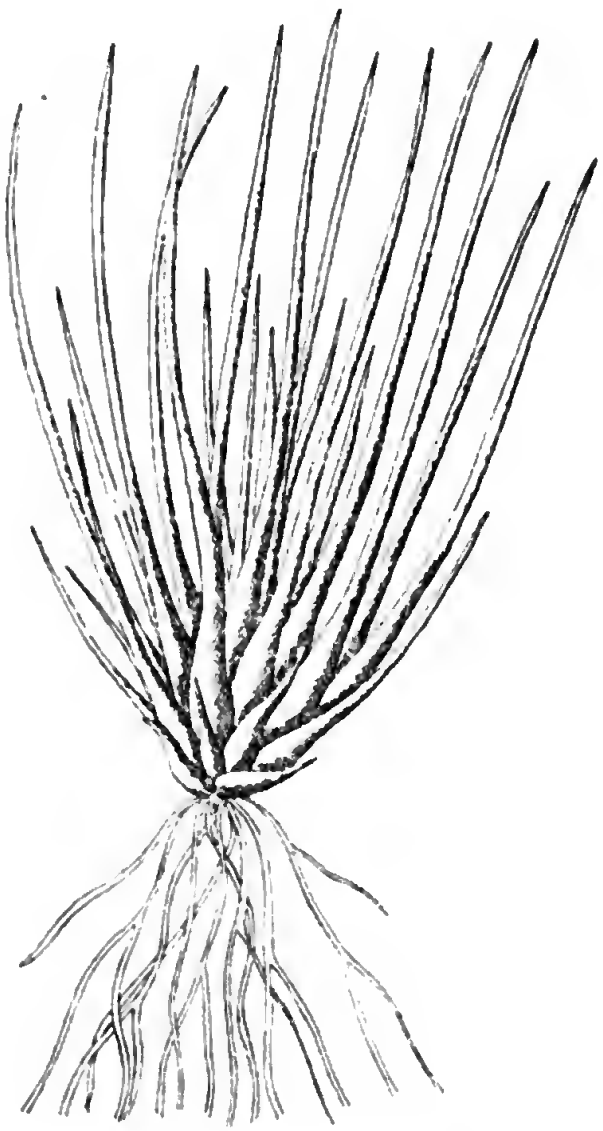


Fig. 48 Isoëtes echinospora.

Isoëtes echinospora, beide mit knolligem kurzen Stamm und binsenartigen Blättern, kleine, wenig in die Augen fallende, am Grunde der Seen lebende Gewächse (Fig. 48).

Damit ist die Zahl unserer Wasserfarne erschöpft; sie stellen im allgemeinen nur einen sehr kleinen Teil unsrer Wasserflora dar.

---

4. Kapitel.

Die Blütenpflanzen.

Die Zahl der eigentlichen Wasserpflanzen ist bei uns keineswegs bedeutend; die Tropen sind auch hier durch eine Fülle von Formen und Schönheit der Arten ausgezeichnet. Die Ufer der tropischen Flüsse sind ebenso zauberhaft schön durch ihre üppige Flora, wie sie zeitweise unnahbar sind wegen der Myriaden von Mosquitos.

Im Kleinen finden auch wir zuweilen Wasserlandschaften, die durch die Menge und Schönheit der Blütenpflanzen ausgezeichnet sind; besonders ist dies in der unmittelbaren Nähe des Rheines der Fall. Die toten Rheinarme „Altrheine" genannt, sind gewöhnlich von einem Schilfgürtel umgeben, während die freie Wasserfläche in der Mitte von zahlreichen schwimmenden Wasserpflanzen bedeckt wird, die zur Zeit der Blüte ein fesselndes Bild zeigen (Fig. 49).

Man kann die Blütenpflanzen mit Rücksicht auf das Wasser als schwimmende, untergetauchte und Uferpflanzen bezeichnen. Dabei gibt es aber viele, die auch befähigt sind, außerhalb des Wassers zu wachsen, amphibisch zu leben, je nachdem höherer oder niedrigerer Wasserstand sie zu dem einen oder andern zwingt. Gewöhnlich findet dann auch äußerlich eine Veränderung statt, und man kann Landformen und Wasserformen unterscheiden.

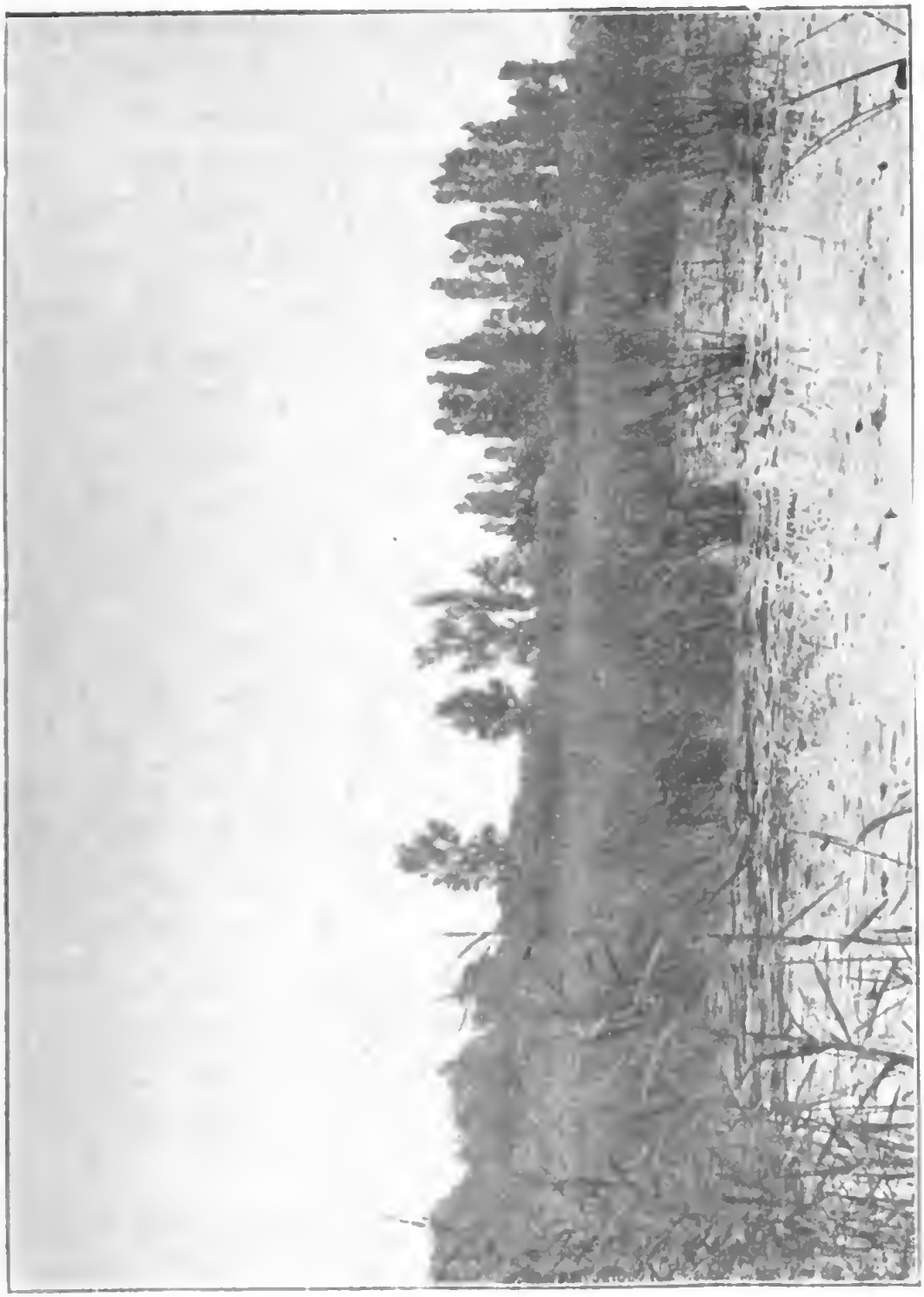


Fig. 49. Altrhein bei Maxau.

1. Die schwimmenden Blütenpflanzen.

Zu den schwimmenden Wasserpflanzen gehören nur wenige Arten: Wasserlinsen, Seerosen, Wassernuß (Trapa), Froschbiß, ein Laichkraut und das reizende Limnanthemum nymphaeoides. Als schwimmend bezeichnet man sie, weil sie mit allen oder doch der Mehrzahl ihrer Blätter auf der Oberfläche des Wassers ausgebreitet sind, obgleich manche im schlammigen Grunde des Gewässers wurzeln und von hier aus Blätter und Blütenstiele an die Oberfläche treiben, wie die Wasserrosen, oder einen langen, fadenförmigen Stengel, der erst an der Oberfläche eine Blattrosette bildet, wie die Wassernuß. Andere, wie die Wasserlinsen, Froschbiß u. s. w. schwimmen ganz frei und können durch Wind von einer Seite des Gewässers auf die andere getrieben werden.

Die Wasserlinsen stehen auf der tiefsten Stufe der Entwicklung der phanerogamen Wasserpflanzen und unter ihnen ist die wurzellose Wolffia arrhiza wieder am einfachsten gebaut. Es sind rundliche, kaum senfkorngroße, grüne Körperchen, die oben mehr flach, die auf der Unterseite halbkugelig gewölbt sind, und weder Blätter noch Wurzeln besitzen. Die Blüten bestehen nur aus einem Staubblatt und einem Fruchtblatt, ohne Blütenhülle und sind in einer Grube auf der Oberseite angelegt. Leider sind diese kleinen, interessanten, an der Oberfläche des Wassers schwimmenden Pflänzchen sehr selten und nur von wenigen Orten bekannt.

Am häufigsten ist die kleine Wasserlinse, auch Entenflott (Lemna minor), deren Körper aus einigen wenigen (2—3, selten mehr), sich leicht voneinander trennenden, rundlich-eiförmigen, flachen Gliedern besteht. Durch seit-

liche Sprossung entstehen immer neue Glieder, während sich die alten voneinander lösen. Auf diese Weise kann sich die Wasserlinse sehr rasch rein vegetativ vermehren, was deshalb für sie besonders wichtig ist, weil sie selten blüht und deshalb nur selten Samen bringt, während des Winters aber sehr viel Pflänzchen zu Grunde gehen. Die Blüten sind fast ebenso einfach gebaut wie bei Wolffia, 2 Staubblätter und ein Fruchtblatt, jedoch von einem kleinen Hüllblatt umgeben. Sie liebt besonders kleine, stehende Tümpel, Quellen, schattige Wiesengräben, Erlenbrüche u. s. w. und kann hier buchstäblich den Wasserspiegel ganz verdecken.

Die nahe Verwandte Lemna gibba ist durch die stark gewölbte, weißliche Unterseite leicht zu unterscheiden, ebenso die größere, durch zahlreiche und lange Wurzeln ausgezeichnete L. polyrrhiza; beide sind weit seltener als die kleine Wasserlinse.

Nicht bloß die äußere Gliederung der Wasserlinsen ist einfacher als die aller andern im Wasser vorkommenden Blütenpflanzen, sondern auch der innere Bau. Gefäßbündel fehlen entweder ganz oder sind doch sehr einfach organisiert; ihr Körper ist mehr thallusartig, ohne Gliederung in Stamm und Blätter. Eine weitere Art, Lemna trisulca, lebt untergetaucht, weit verbreitet in allerlei stehendem Gewässer, und kommt nur nach oben, wenn der seltene Fall des Blühens eintritt.

Zu den freischwimmenden Wasserpflanzen gehören auch der Froschbiß, Hydrocharis morsus ranae, und die Teichblume, Limnanthemum nymphaeoides, ersterer als Vertreter der zu den Monokotylodonen gehörigen Familie der Hydrocharitaceae, letztere zu den Gentianaceen

gehörig. Der Froschbiß sieht einer kleinen Seerose ähnlich, die Blätter sind rundlich, bogennervig, lang gestielt und breiten sich rosettenartig auf dem Wasserspiegel aus; die Blüten freilich sind ganz anders. Die drei zarten weißen Blumenblätter ähneln, lassen sofort erkennen, daß man eine monokotyle Pflanze vor sich hat. Interessant ist die Plasmaströmung in den Wurzelhaaren; bei mäßig starker Vergrößerung sieht man in den zarten Haaren, daß das Plasma der Zellen in fortwährender Bewegung ist und alle kleinen Einschlüsse mit fortreißt. Es handelt sich hier, ähnlich wie in den Zellen der Characeen, um eine Rotationsbewegung.

Bei der Teichblume oder Seekanne, die nur in einzelnen Gegenden, namentlich im Westen Deutschlands auftritt, finden wir ebenfalls eine Pflanzenform, die an die Seerosen erinnert. Die Blätter sind größer als beim Froschbiß, aber noch immer weit kleiner als bei den Seerosen. Die prachtvollen hellgelben Blüten mit ihren fünf Kronblättern lassen sie leicht von allen andern Wasserpflanzen unterscheiden.

Eine eigentümliche Erscheinung ist die immer seltener werdende Wassernuß, Trapa natans, zu den Onagraceen oder Önotheraceen gehörig. Sie ist eine aussterbende Pflanze, früher weit verbreitet, ist sie jetzt sehr zerstreut und nur noch selten in Menge anzutreffen. Der Stengel wurzelt im Boden, ist oft sehr lang, fadenförmig und mit feinen, federartig zerschlitzten Wurzeln und schmalen, unscheinbaren Blättchen besetzt. An der Oberfläche wird eine Blattrosette gebildet; die schwimmenden Blätter haben eine ganz andere Gestalt als die untergetauchten, sie sind rhombisch, am Rande gezähnt, derb und sitzen an einem eigen-

tümlich aufgeblasenen Stiel. Die stark lufthaltigen Stiele dienen als Schwimmorgane, um die Pflanzen an der Oberfläche zu erhalten. Die Blüten sind klein, weiß, die Frucht eine fremdartig aussehende, dornige, schwarzbraune Nuß, deren Samen in vielen Gegenden gern gegessen wird. Die Blätter der Wassernuß sind dunkel bis bräunlichgrün, und wo die Pflanze in Menge vorkommt, verleiht sie dem Wasser einen eigentümlichen finstern Charakter.

Die Seerosen sind unstreitig die schönsten unserer Wasserpflanzen. Wenn sie auch nicht an Farbenpracht und Größe mit ihren tropischen Schwestern — Victoria regia, Euryale ferox; den afrikanischen und indischen Nymphaen und Nelumbiumarten — wetteifern können, so sind sie doch ein auffallend schöner Schmuck unserer Gewässer. In Deutschland kommen mehrere Arten vor, doch nur zwei derselben sind allgemein verbreitet, die weiße Seerose, Nymphea alba und die gelbe Seerose oder Mummel, Nuphar luteum. Die erstere ist unzweifelhaft weit schöner und gehört überhaupt zu den schönsten bei uns vorkommenden Blütenpflanzen; die letztere ist durch ihren feinen Duft ausgezeichnet.

Die weiße Seerose hat einen im schlammigen oder torfig-moorigen Grunde kriechenden Wurzelstock, welcher nach oben Blätter und Blüten mit langem Stiel entsendet, aber auch am Grunde oft dünnere, schlaffere Blätter entwickelt. Die Blätter sind sehr groß, rundlich-tief herzförmig lederartig und bedecken oft weite Strecken der Wasseroberfläche. Die Blüten sind außen grün, innen weiß; die Blumenblätter sind zahlreich und gehen allmählich in die gelben Staubblätter über. Bei der gelben Seerose sind die Blätter eiförmiger, die Blüten kleiner, mit

weniger Blumenblättern, von intensiv gelber Farbe. Beide Seerosen sind weit verbreitet, namentlich in den stehenden Gewässern der Ebene oder an den Ufern sehr langsam fließender Bäche und Flüsse. Die Uferkorrektionen haben sie freilich in manchen Gegenden fast ausgerottet.

2. Die untergetauchten Blütenpflanzen.

Als am wenigstens differenzierte Blütenpflanze finden wir auch hier eine Wasserlinse, Lemna trisulca, die sich durch ihre länglich-lanzettlichen, gestielten, zu vielen zusammenhängenden Glieder von den andern Arten unterscheidet. Tiefe Wasserlöcher, grasige Quellen, langsam fließende, beschattete Gräben sind ihre Heimat. Bei den übrigen untergetaucht wachsenden Wasserpflanzen, deren Körper in Stengel und Blätter gegliedert ist, finden sich meist eigentümlich gebaute, dem Wasserleben angepaßte Blätter. Entweder sind dieselben lang, schmal und verhältnismäßig klein, oder sie sind in zahlreiche schmale, oft fadenförmige Abschnitte aufgelöst. Nur selten, wie bei Stratiotes aloides, sind die Blätter verhältnismäßig breit, dick und starr. Bei vielen Pflanzen zeigt sich ausgesprochene Heterophyllie: die untergetauchten Blätter sind vielfach fein zerschlitzt, während die an der Oberfläche schwimmenden ungeteilt sind und eine breite Fläche haben. In ganz ausgesprochenem Maße ist dies bei den Wasserhahnenfußarten der Fall.

Eine eigentümliche Gestalt unter den Wasserpflanzen zeigen die Arten der Gattung Hornblatt, Ceratophyllum, von denen zwei Arten, Ceratophyllum demersum und Ceratophyllum submersum bei uns vorkommen. Der Stengel ist sehr einfach gebaut mit einem axilen Strange von Gefäßbündeln, die Blätter stehen zu vielen in Quir-

len um den Stengel, sind schmal, aber dick, hornartig, gabelspaltig, mit meist gezähnten Enden. Die Quirle sind nach dem Stengel zu schopfig gehäuft. Die Blüten sitzen in den Blattachseln und sind wenig auffallend. Die Stengel sind spärlich verzweigt, oft mehrere Meter lang und bilden in stillstehenden oder langsam fließenden Gewässern am Grunde ganze Wälder. Beide Arten sind weit verbreitet, die eine, Ceratophyllum demersum, ist überall häufig.

Dem Hornblatt in gewisser Hinsicht etwas ähnlich ist das Tausendblatt, Myriophyllum, von dem besonders Myriophyllum verticillatum und Myriophyllum spicatum bei uns große Verbreitung haben. Der Stengel ist ganz ähnlich mit Blattquirlen besetzt, nur sind die Blätter fiederig in borstige Abschnitte geteilt, die Blüten stehen am Ende des Stengels in Quirlen, sind klein und unscheinbar. Es lebt wie die Ceratophyllumarten am Grunde stehender oder langsam fließender Gewässer, oft in großer Menge, ganze Wiesen bildend.

Eine zierliche, aber nicht überall vorkommende Wasserpflanze ist die Wasserfeder, Hottonia palustris; sie zieht kleine, sumpfige Gräben oder die Ränder von Erlenbrüchen und Sümpfen vor, lebt untergetaucht und hebt nur die schlanken Blütenschäfte über das Wasser. Die Blätter sind in lange, schmale, fiederige Abschnitte geteilt. Die Blüten stehen quirlig in einer endständigen Traube und fallen durch ihre sehr blaß violettrosa Blumenblätter auf. Ein schattiger Waldgraben mit blühenden Hottonien bietet einen reizenden Anblick.

An ähnlichen Orten und oft mit ihr vergesellschaftet kommen Arten der Gattung Utricularia vor. Die Utri-

cularien oder Wasserschlauchgewächse, sind nicht nur sehr zierliche und schönblühende Pflanzen, sondern bieten auch insofern ein besonderes Interesse, als sie zu den insektenfangenden Pflanzen gehören.

Die Blätter sind in zahlreiche feine Abschnitte gegliedert, von denen einzelne zu blasenartigen Organen umgewandelt sind. Diese Blasen haben einen doppelten Zweck zu erfüllen. Solange die Pflanze keine Blüten trägt, lebt sie am Grunde flacher Sumpfgewässer und Wiesengräben, die Blasen sind mit Wasser gefüllt und dienen dem Tierfange. Kleine Wassertiere dringen durch die nach innen, einer Falltüre gleich sich öffnenden Klappe und finden den Ausweg nicht mehr; sie gehen zu Grunde und werden zersetzt, die Zersetzungsprodukte scheinen teilweise von der Pflanze aufgenommen und als Nahrung verwendet zu werden. Wenn aber die Blütezeit heraunaht, füllen sich die Blasen mit Gasen; die Pflanze wird dadurch an die Oberfläche des Wassers gehoben und vermag nun ihre schlanken, mit zierlichen gelben Blüten geschmückten Blütenschäfte in die Luft zu erheben. Bei uns kommen etwa fünf Arten vor, von denen Utricularia vulgaris die häufigste Art ist. Sie hält sich gern in etwas beschatteten, flachen Gräben, am Rande von Sümpfen, in Ausstichen und alten Lehmgräben, namentlich zwischen locker stehendem Rohr.

Eine andere insektenfangende, untergetaucht lebende Wasserpflanze ist die nur an wenigen Orten vorkommende Aldrovanda vesiculosa, die zu den Droseraceen gehört. Ihre quirlig angeordneten Blätter sind zusammenklappbar und vermögen sich sehr rasch auf einen Reiz hin zu schließen und dazwischengeratene kleine Insekten festzu-

halten. Die Pflänzchen selbst sind klein, wenige Zentimeter lang, leben an den flachen Rändern von Teichen und steigen zur Blütezeit wahrscheinlich ebenfalls infolge von Gasentwicklung in den blasenförmig geschlossenen Blättern in die Höhe.

Am reichsten vertreten ist in unsern Gewässern die Gattung Laichkraut, Potamogeton, mit etwa zwanzig Arten, von denen einige mehr schwimmend als untergetaucht leben, alle aber ihre unscheinbaren Blütenstände über Wasser treiben. Die Blätter sind rundlich, eilänglich bis lang lineal, grasartig; gewöhnlich haben die in schnell fließendem Wasser wachsenden Arten grasartige Blätter, die in stehenden Gewässern mehr rundliche, eiförmige oder lanzettliche. Sie bilden an manchen Stellen, namentlich in alten toten Flußarmen oder tieferen Wasserlöchern, Teichen und am Rande von Seen ganze dicht verschlungene Wiesen, die schon manchen Schwimmer in Gefahr gebracht haben.

Selten und sehr zerstreut treten die bizarren, stachelichen, starren und brüchigen Nixenkräuter (Najas major und Najas minor) in toten Flußarmen und Seen auf. Die dicken, linealen Blätter sind scharf dornig gesägt und verursachen beim Berühren der Pflanze ein keineswegs angenehmes Gefühl. Sie kommen nie an die Oberfläche, sondern führen als kleine strauchartige Pflänzchen am Grunde der Gewässer ein unbeachtetes Dasein; nur der Fuß eines Badenden empfindet ihr Dasein mitunter in unliebsamer Weise. Das Gleiche gilt von dem ebenfalls nicht häufigen, zu den Hydrocharitaceen gehörigen Stratiotes aloides, nur sind dessen lange und breite, beinahe schwertartige, starre Blätter noch weit schärfer bewehrt und geradezu stachelig.

Der deutsche Name „Krebsscheere" ist deshalb mehr auf die Wirkung der scharf dornig gesägten Blätter als auf die Form derselben passend. Wo diese eigenartige, durchaus nicht häßliche Pflanze vorkommt, bildet sie am Grunde nicht allzutiefer stehender Gewässer meist dichte Wiesen; der Grund soll von Fischen gemieden werden.

In die Familie der Hydrocharitaceen gehören noch drei Wasserpflanzen, von denen eine zwar unsern heimischen Gewässern fehlt, aber bereits in den oberitalischen Seen vorkommt und durch ihre eigenartige Blütenbiologie interessant ist, Vallisneria spiralis. Die zweite ist eine sehr seltene, nur im Nordosten in Seen und in den Armen der Oder auftretende, unscheinbare Pflanze, Hydrilla verticillata, und die dritte, ein aus Nordamerika eingewanderter, gefürchteter Fremdling, die Wasserpest, Elodea canadensis.

Die Wasserpest ist zuerst in Amerika in botanischen Gärten gezüchtet worden und aus diesen entkommen, später ist sie wahrscheinlich vom Berliner Botanischen Garten aus in die umliegenden Gewässer gelangt und hat sich dann in enormer Weise in ihnen vermehrt und rasch verbreitet; heute kommt sie als gemeinstes Wasserunkraut in ganz Deutschland vor. Zuerst war ihr Auftreten derartig, daß man mit Recht in ihr eine für die Fischerei und Schiffahrt höchst gefährliche Wasserplage vermuten durfte. Sie füllte in einer Vegetationsperiode Kanäle und schmale Wasserstraßen buchstäblich aus, so daß Schiffe nicht mehr durchkonnten und den Fischen der freie Bewegungsraum zu fehlen anfing. Tausende und Abertausende mußten ausgegeben werden, um die Gewässer zu reinigen, und selbst größere Seen drohten zuzuwachsen. Preise wurden

ausgeschrieben für ein Mittel, die Wasserpest erfolgreich zu bekämpfen, und ungezählte Versuche wurden gemacht, dieser wirklich wie eine Pest aus fremden Ländern zu uns gekommenen Plage Herr zu werden. Nichts half! Die geradezu staunenerregende Reproduktionskraft dieser Pflanze, die aus den kleinsten abgerissenen Zweigstückchen immer wieder zu neuen Pflanzen auswuchs, spottete aller Reinigungsarbeiten; einige Wochen nach der Entfernung der Elodearasen waren die Kanäle gerade wieder so zugewachsen wie vorher. Und als man alle Mittel und Wege erschöpft hatte, dieser Kalamität Herr zu werden und einsah, daß menschliche Tätigkeit erfolglos sei, hörte auf einmal die enorme Reproduktionsfähigkeit der Pflanze auf, sie verbreitete sich langsamer, und wo sie auftrat, bildete sie keine so undurchdringlichen Wiesen mehr. Sie blieb freilich noch immer lästig genug, aber sie ist wenigstens keine Gefahr mehr für unsere Binnenschiffahrt und unsere Fischerei.

Wie es gekommen ist, daß diese mit so enormer Entwicklungsfähigkeit begabte Pflanze sich allmählich in ihrer Reproduktion so verringert, ist bis jetzt nicht ganz geklärt. Man gibt vielleicht nicht mit Unrecht dem Umstand Schuld, daß sich die Pflanze nur ungeschlechtlich auf vegetativem Wege bei uns vermehren kann, weil wir nur die weibliche Pflanze besitzen; die männlichen Pflanzen sind nicht verwildert. Die Wasserpest ist leicht kenntlich an den länglichen bis lineallanzettlichen kleinen, in dreizähligen Quirlen angeordneten Blättern. Die Stengel sind lang fadenförmig, verzweigt; zur Blütezeit treten die Spitzen bis an die Wasseroberfläche. Die Blüten sind klein, dreizählig, weiß.

Die Gattung Vallisneria mit der einzigen Art Vallisneria spiralis hat grasähnliche Blätter und ist zweihäusig. Die männlichen Blüten bestehen aus einer dreiblättrigen, kelchartige Hülle und zwei Staubblättern. Sie sitzen dicht zusammen, knäuelförmig in einer zweilappigen Scheide, lösen sich zur Blütezeit von der Pflanze ab und steigen an die Oberfläche des Wassers. Erst hier öffnen sich die Staubbeutel. Die weiblichen Blüten besitzen eine langröhrige äußere und eine kleinere innere Blütenhülle, stehen einzeln an sehr langen, spiralig eingerollten Stielen, die sich zur Blütezeit gerade strecken und so weit verlängern, bis sie an die Oberfläche des Wassers kommen. Hier öffnen sich die Blüten, werden von dem Pollen der auf der Wasseroberfläche herumtreibenden männlichen Blüten befruchtet und senken sich nach der Befruchtung, indem sich der Stiel wieder spiralig einrollt, unter Wasser. Interessant ist auch die lebhafte Rotation des Plasmas in den grünen Zellen der Blätter dadurch besonders, daß die Chlorophyllkörner dieser Strömung folgen. Die Vallisneria wird dieser Eigenschaft wegen vielfach als Demonstrationsobjekt in botanischen Gärten kultiviert.

Ein zierliches, zartes Gewächs unserer klaren Bäche und quelligen Wassertümpel ist auch der Wasserstern, Callitriche, mit mehreren sehr nahe verwandten Arten, von denen insbesondere Callitriche verna weit verbreitet ist. Es sind kleine, dichtrasig wachsende, verzweigte Pflänzchen mit dünnem, schlaffem Stengel und gegenständigen, an der Spitze rosettenartig gehäuften Blättern. Die Blüten sind sehr unscheinbar und werden gewöhnlich übersehen. Die Pflänzchen leben am Grunde klarer, stehender Gewässer, Wiesengräben oder oft selbst stark und rasch fließender

Bäche, sind aber auch im stande, beim Austrocknen der Gewässer als Landpflanzen zu leben.

Sehr häufig in Gräben und Bächen mit klarem Wasser sind die Froschkräuter oder Wasserhahnenfußgewächse, von denen Ranunculus aquatilis und Ranunculus divaricatus die häufigsten sind. Sie zeichnen sich durch die fein zerschlitzten Blätter und die weißen, hahnenfußartigen Blüten aus und sind trotz ihrer Vielgestaltigkeit nicht zu verkennen. Ganz auffallend ist die Heterophyllie bei Ranunculus aquatilis. Die Pflanze lebt am Grunde der Gewässer und entwickelt, so lange sie untergetaucht ist, nur Blätter mit haarförmig feinen Abschnitten. So wie sie aber an die Oberfläche des Wassers tritt, werden die Blätter herz-nierenförmig, drei- bis fünflappig, von den feinen Zipfeln der untergetauchten Blätter ist nichts mehr an den Schwimmblättern wahrzunehmen. Dann kommt es auch in der Regel zum Blühen, und oft sind die Gräben dicht besäet mit den weißen Blüten. Auch am Rande von Flüssen oder in stilleren Buchten derselben findet man mitunter blühenden Wasserhahnenfuß, ganze Wiesen bildend. In sehr rasch fließenden Wässern werden die Stengel oft sehr lang und dünn, kommen dann aber vielfach nicht zum Blühen, überhaupt nicht an die Oberfläche des Wassers, so daß auch die breiten Schwimmblätter gar nicht entwickelt werden.

3. Die Uferpflanzen.

Als Uferpflanzen hat man nicht jede beliebige Art, die gerade am Ufer eines Gewässers wächst, aufzufassen, sondern solche Arten, die, ohne eigentliche Wasserpflanzen zu sein, doch auf einen sehr hohen Grad von Bodenfeuch-

Digitized by Google

tigkeit angewiesen sind und sich deshalb stets nur in unmittelbarer Nähe des Wassers finden. Je nach dem Wasserstand werden sie nun bald in dem Wasser selbst stehen, bald auf dem Lande. Die Zahl dieser Arten ist eine sehr große, und es sollen deshalb hier nur diejenigen hervorgehoben werden, die dem Charakter des Ufers ein besonderes Gepräge geben.

Das sind hauptsächlich die Schilf- und Rohrarten, Igelkolben, Binsen, Riedgräser, Wasserschwertlilien, Fieberklee.

Schilf, Typha, in mehreren Arten, besonders Typha latifolia, bildet dichte Wiesen, oft mannshoch werdend, namentlich an sumpfigen Teich- und Flußufern, in Sümpfen, auf quelligem, moorigem Boden. Die breiten, langen, schwertförmigen Blätter, die dunkelgrüne Farbe und die eigentümlichen, zylinderputzerartigen Blütenkolben lassen die Pflanze sicher erkennen. Stellenweise ist das Schilf in ausgedehnten breiten Wiesen die einzige herrschende Pflanze, und die tiefgrünen, im Winde eigentümliche Töne von sich gebenden langen Blätter rufen eine melancholische Stimmung hervor. Das Gleiche gilt von dem Rohr, Phragmites communis, dessen schlanke, mit langen, schmalen Blättern geschmückte Stengel weit über mannshoch werden und als dichte Wälder die Ufer stiller Gewässer umsäumen. An solchen toten Flußarmen großer Ströme, ziehen sich oft unabsehbare Rohrwälder hin, durch Eintönigkeit das Auge fast ermüdend, traurig, in eintöniges mattes graugrün gekleidet und doch, trotz dieser Einförmigkeit fesselnd, von geheimnisvollem Reiz.

In ihnen birgt sich ein reiches Leben. Nicht nur die verschiedensten Tiere, Enten, Teichhühner, Rohrweihen

und das geschwätzige Heer der Rohrsänger, auch zahlreiche zierliche und schön blühende Pflanzen findet man in den Rohrwäldern. Sie bieten einer eigenen Welt von Wesen Schutz und Wohnung, wie der Baumwald seine eigenen Bewohner hat. Eine reiche Fauna und Flora würde verschwinnden, ihrer Wohnstätten beraubt sein, wenn man die Rohrwälder vernichten würde.

Je weiter nach dem Ufer zu, desto mehr mischen sich dem Rohr und Schilf Juncus oder Binsenarten und Riedgräser zu; insbesondere kommen oft riesige Binsen mit dicken, fast stielrunden Blättern am Ufer von Sümpfen vor. An der Grenze zwischen Land und Wasser tritt dann die schöne, gelbblühende Wasserschwertlilie und der durch seine großen Blüten und einfachen Blätter fremdartige Ranunculus Lingua auf. Sumpfvergißmeinnicht und Polygonum amphibium mit seiner Land- und Wasserform finden sich mehr an Flußufern und Wiesengräben.

Am flachen Rande der Torfsümpfe wächst eine reizende Gentinacee, der Fieberklee, Menyanthes quadrifoliata, mit seinen dicken, kleeartigen aber viel größeren Blättern und seinen äußerst zierlichen Blüten; er zeigt die Stellen an, an welchen ein Sumpf begangen werden kann, ohne daß man Gefahr läuft, darin zu versinken.

II. Teil.

Das Pflanzenleben im Wasser.

1. Kapitel.

Verschiedenartigkeit der Gewässer und ihrer Bewohner.

Die große Verschiedenartigkeit, welche den Wasseransammlungen an der Erdoberfläche zukommt, wirkt natürlich auch auf die Zusammensetzung ihrer Fauna und Flora in sehr bedeutendem Maße ein. Ganz abgesehen von den klimatischen Verhältnissen, deren Wirkung sich wieder in ganz andrer Weise geltend macht, sind zunächst Gewässer derselben Gegend mit sehr verschiedenen Pflanzen belebt, je nach ihrer chemischen Beschaffenheit, je nachdem sie stehende oder langsam oder rasch fließende sind; bei kleineren Wasseransammlungen wirkt auch die Beschaffenheit des Bodens sehr wesentlich mit. Bei all' diesen Wasseransammlungen wird aber stets stillschweigend vorausgesetzt, daß ihr Charakter nicht wesentlich durch die Einwirkung menschlicher Tätigkeit verändert wurde; ist dies der Fall, z. B. durch Einnleitung von Fabrikabwässern, so kann die gesamte ursprüngliche Flora verschwinden und einer völlig andern Platz machen, oder, unter besonders ungünstigen Verhältnissen, das Gewässer verliert überhaupt seine pflanzlichen und damit auch tierischen Bewohner ohne irgend welchen Ersatz. Lassen wir aber zunächst diese abnormen Verhältnisse unberücksichtigt, so ergeben sich folgende natürliche Gruppen von Gewässern, denen auch entsprechende Pflanzenformationen gegenüberstehen:

1. Meere und salzige Binnengewässer. Im Anschluß an die Vegetation des Meeres ist auch diejenige des Brackwassers zu betrachten, d. h. derjenigen Gewässer, deren Salzgehalt durch Zufluß von Süßwasser geringer ist als der des benachbarten Meeres.

2. Süßwasserseen, Teiche u. s. w. Hierher sind alle Wasseransammlungen des Binnenlandes zu rechnen, welche nicht fließen, nur geringen Salzgehalt besitzen — ganz fehlt das Kochsalz keinem Wasser — und sich durch bedeutenderen Umfang auszeichnen.

3. Moore, Sümpfe, Torfwässer. Von der vorigen Gruppe durch meist geringeren Umfang und erheblich geringere Tiefe verschieden. Bei ihnen spielt die Beschaffenheit des Bodens eine wesentliche Rolle.

4. Flüsse und Bäche. Auch kleine Wiesengräben und Quellen sind hier einzurechnen. Das Fließen des Wassers, die gleichmäßige Fortbewegung desselben spielt hier die Hauptrolle.

5. Ansammlungen von Regenwasser. Diese meist nicht bedeutenden Wasseransammlungen können doch zu gewissen Zeiten für reichliches pflanzliches Leben die Existenzbedingungen bieten.

1. Meere und salzige Binnengewässer.

Wie der Salzgehalt des Bodens bei Landpflanzen eine besondere Rolle spielt und den Charakter der Flora beeinflußt, so ist dies auch mit dem des Wassers der Fall. Auch hier finden wir salzliebende und salzfliehende Arten. Zu den ersteren gehören sehr viele Algen, zu den letzteren die Wassermoose.

Die meisten Rhodophyceen und Phaeophyceen sind Meeresbewohner, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der Salzgehalt des Meerwassers eine wesentliche Bedeutung für ihr Leben hat. Diese Algen lassen sich oft lange Zeit in einem Aquarium mit Meerwasser recht gut am Leben erhalten, sterben aber im Süßwasser, auch wenn man sie allmählich daran zu gewöhnen sucht, rasch ab. Daß auch andere Faktoren dabei eine Rolle spielen, Brandung, Beleuchtungsverhältnisse, Temperatur u. s. w., ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, denn diese echten Meeresbewohner finden sich nicht in den Salzwasseransammlungen des Binnenlandes. Die salzhaltigen Seen in Sachsen beispielsweise beherbergen derartige Algen nicht. Zu großer Salzgehalt hält übrigens auch die Entwicklung salzliebender Arten zurück; so ist das Tote Meer nur von verhältnismäßig sehr wenigen Algenarten bewohnt, und die von Salzkrusten bedeckten Schotts Nordafrikas sind ganz ohne Vegetation.

Indessen gibt es Algen, die speziell den Salzgehalt des Wassers anzeigen, gleichgültig, ob es sich um Meerwasser oder um Wasser eines Binnensees handelt. Eine solche Pflanze ist Chara crinita, die fast überall vorkommt, wo das Wasser salzhaltig ist, in süßem Wasser aber stets fehlt.

Für die Bakterien ist ein Salzgehalt des Wassers ziemlich gleichgültig; Beggiatoen kommen beispielsweise sowohl in süßem wie in salzigem Wasser fort und bilden hier unter Umständen ebensolche Massenvegetationen (z. B. im sogenannten toten Grund der Kieler Bucht) wie in Schwefelthermen. Andre im Süßwasser heimische Arten würden unzweifelhaft auch im Meerwasser vorkommen, wenn ihnen

die sonstigen Bedingungen zusagten, denn nach Beobachtungen an Kulturen ist allen Bakterien ein gewisser Gehalt an Kochsalz erwünscht.

Für die Blütenpflanzen ist das Meer mit seinen Stürmen und Wogen ein ungünstiger Wohnplatz; die wenigen Arten, welche im Meer vorkommen, leben meist untergetaucht und gleichen äußerlich den Seetangen; sie gehören zu den unscheinbaren, unter dem Namen Seegras zusammengefaßten Arten. Auch die Salzwasserseen des Binnenlandes sind arm an Blütenpflanzen. Wasserfarne und Moose fehlen dem Meere ganz.

2. Binnenseen.

Die Süßwasseransammlungen, welche als Seen, Teiche u. s. w. bezeichnet werden, und die nicht eigentlich einen sumpfigen oder torfigen Charakter besitzen, zeigen eine ziemlich gleichartige Flora, soweit sie nicht durch klimatische Unterschiede beeinflußt ist.

Hier tritt zuerst eine umfangreichere Gesellschaft von Blütenpflanzen hervor; am Rande oft ausgedehnte Schilf- und Rohrwälder, zwischen denen in seichtem Wasser Utriculariaarten, Hydrocharis, Hottonia sich angesiedelt haben. In etwas tieferem Wasser, mit den runden großen Blättern die Oberfläche bedeckend, treten die Seerosen auf und die ebenfalls bis zur Oberfläche steigenden Rosetten der Wassernuß. Auch das große Heer der Potomogetonarten fühlt sich in dieser Zone wohl. Dazwischen treiben die zierlichen, dem Hydrocharis ähnlichen, aber mit schönen gelben Blüten ausgestatteten Pflänzchen des Limnanthemum nymphaeoides, und am Grunde wachsen Myriophyl-

lum, Ceratophyllum und Najasarten, sowie die gefürchtete Wasserpest, Elodea canadensis.

Freilich sind nicht immer alle Arten gleichzeitig vertreten, manche wie Limnanthemum sind überhaupt selten und auf gewisse Bezirke beschränkt; dafür tritt hier oder dort eine andere Art ein.

Von Wassermoosen ist in den Süßwasserseen nicht viel zu finden; nur vereinzelt verirrt sich die eine oder andre Art hinein, aber ihre Heimat ist es nicht. Dagegen leben verschiedene, doch seltene Wasserfarne in Seen und Teichen; so die zierliche Salvinia natans, vom Winde an die Ränder und zwischen das Schilf hineingetrieben, am Rande Marsilia quadrifoliata, und am Grunde der Gebirgsseen Isoetes lacustris und echinospora.

Von Algen sind Diatomeen und Chlorophyceen in zahllosen Arten verbreitet, dagegen fehlen Rhodophyceen und Phaeophyceen fast ganz. Sehr reich entwickeln sich stellenweise die Characeen und einzelne bilden am Grunde oft ganze Wiesen, wie Chara jubata, Chara ceratophylla, Chara aspera.

In kleineren Wasserlöchern, Tümpeln u. s. w. kommen von Blütenpflanzen besonders die verschiedenen Arten der Wasserlinsen zur Entwicklung und überziehen oft die Oberfläche mit einer dichten grünen Schicht. Durch faulende Pflanzenreste wird hier oft eine eigenartige Flora niederster Pflanzen begünstigt. Wendet man eine solche Wasserlinsenschicht um, so ist sie oft von einem pfirsichblütfarbenen Schleim bedeckt, der aus den roten Schwefelbakterien besteht. Gewöhnlich riecht dann das Wasser schwach nach Schwefelwasserstoff und ist für andre Pflanzen wenig geeignet.

3. Moore und Torfsümpfe.

So eigentümlich wie der landschaftliche Charakter eines Torfmoores ist auch die Pflanzenwelt desselben. Freilich sind die Torfmoore selbst wieder sehr verschieden, je nachdem es eigentliche Hochmoore oder mehr Sümpfe sind. In den Hochmooren bilden die Torfmoose die dominierenden Pflanzen; sie umgeben die Wasseransammlungen in dichten Polstern und wachsen tief in dieselben flutend hinein. Phanerogamen fehlen diesen Torflöchern ganz, nur auf den Moospolstern wachsen die zierlichen Sonnentauarten, die Moosbeere und andere Ericaceen. Im Wasser lebt eine eigenartige Algenwelt, besonders Desmidiaceen und einige Cyanophyceen, unter denen Chroococcus turgidus geradezu charakteristisch für die Wässer der Hochmoore ist. Auch andre Algen, Diatomeen und Chlorophyceen kommen vor und eine Rhodophycee, Batrachospermum vagum, ist ausschließlich in den Wässern der Hochmoore oder in den von ihnen gespeisten Seen heimisch.

Die Sümpfe der Ebene beherbergen meist keine Torfmoose; dafür kommen andre Wassermoose, besonders verschiedene Hypnaceen in ihnen vor. An den flacheren Stellen sind Cyperaceen, besonders sumpfliebende Carexarten, Alisma und Sagittaria, auch Juncaceen, vorherrschend, auch manche von den in Süßwasserseen auftretenden Arten kommen vor, wie ja denn zwischen diesen und den Torfsümpfen der Ebene alle möglichen Übergänge existieren.

Von Algen sind es besonders Cyanophyceen und Chlorophyceen, welche in zahlreichen Arten die Sümpfe bevölkern; auch Diatomeen sind zu gewissen Zeiten in Masse entwickelt. Phaeophyceen und Rhodophyceen fehlen dagegen ganz. Reich ist auch die Gesellschaft der Wasserpilze

vertreten, allerlei Bakterienarten und Saprolegnien finden hier ein geeignetes Wirkungsfeld. So wird der eigentümliche Sumpfgeruch, den diese Gewässer aushauchen, vorwiegend durch die Tätigkeit dieser Wasserpilze hervorgerufen, welche die abgestorbenen Reste der Tier- und Pflanzenwelt zersetzen.

4. Fließendes Wasser.

Die Bewohner des fließenden Wassers sind sehr verschieden. Ein schäumender Gebirgsbach enthält andere Pflanzen als ein träge durchs Flachland sich windender Wasserlauf, ein kleiner Wiesengraben andere als ein mächtiger Strom.

Im Hochgebirge beherbergen fließende Wasser wenig und nur vereinzelt Phanerogamen; hier leben einige seltenere Wassermoose, besonders aber Algen. Wasserfälle sind der Lieblingsaufenthalt von Lemaneaarten; verschiedene Diatomeen, einige Chlorophyceen und Cyanophyceen überziehen die Steine. In den Tälern treten auch Blütenpflanzen hinzu: Wasserranunkeln, Laichkräuter (Potamogeton), Wassersterne (Callitriche). Die Moose entwickeln sich reichlicher, Cinclidotus- und Fontinalisarten besiedeln die Steine und fluten oft in langen Büscheln, auch einzelne Hypnaceen stellen sich ein. Auch die Algenflora wird reicher; mit Ausnahme der Phaeophyceen sind alle Gruppen vertreten.

In den langsam fließenden Bächen und Strömen des Flachlandes kommen außer den genannten noch Juncaceen, Ceratophyllum, Myriophyllum und viele andere hinzu, die auch in den Süßwasserseen wachsen. Reich und mannigfaltig ist die Wasserflora an Pflanzen, die bald im Wasser, bald

auf trockenem Lande wachsen, immer aber nur in unmittelbarer Nähe des Wassers. So lebt der schöne Blumenlieſch, das Pfeilkraut (Sagittaria sagittifoliä), Ranunculus lingua und andre vorwiegend in der Uferzone der Wiesenbäche und kleiner, flacher Ausstiche, Lehmgruben u. s. w. Hottonia palustris fühlt sich in langsam fließenden, womöglich etwas beschatteten Wiesengräben am wohlsten. Hier entwickelt sich auch im Frühjahr eine oft enorme Diatomeenvegetation, und die grünen Fäden der Spirogyren und Cladophoraarten füllen oft die ganzen Gräben aus. Aber kurz und vergänglich ist oft die Algenvegetation; einige heiße Tage mit greller Beleuchtung rufen ihren Tod herbei.

In den großen Strömen mit starker Strömung fällt die Pflanzenwelt weniger auf. Hier sind mehr die Ränder und die in das Wasser hineinragenden Gegenstände, Pfähle, Steine, Brückenpfeiler von Wassermoosen und Algen bewachsen. Von Blütenpflanzen kommen hauptsächlich nur Laichkräuter, Wasserranunkeln und Wassersterne vor. Je langsamer aber der Fluß strömt, je häufiger er Inseln und Schlingen in seinem Laufe bildet, um so mehr nähert sich seine Flora derjenigen der Süßwasserseen; auch hier ist ein allmählicher Übergang vorhanden.

5. Regenwasseransammlungen.

Ein heftiger Gewitterregen kann oft Tausenden von Organismen das Leben geben, die aus starrem Schlaf durch das belebende Naß zu neuer Entwicklung angeregt wurden. Keime des Lebens sind überall, aber nicht überall sind die Bedingungen für das Leben gegeben. Auf einem trockenen, staubigen Wege liegen die Keime der verschiedensten Wesen; Samen von Blütenpflanzen, Sporen von

Algen, Moosen, Bakterien, Pilzen und Ruhezustände von allerlei Infusorien. Durch den Regen bildet sich eine Pfütze, alles keimt aus und wächst. Nach wenig Tagen ist eine grüne Wasserblüte entstanden, die zahllose Zellen kleiner Algen und Flagellaten enthält; auch die Keimblättchen verschiedener Blütenpflanzen entfalten sich. Aber wenig Tage, und das Wasser ist verschwunden, eingesogen vom Boden, verdunstet unter den Strahlen der Sonne. Die jungen Keime der Blütenpflanzen sind verschwunden, verdorrt, nur vereinzelt hält sich noch hier und da einer kümmerlich am Leben, er hat noch keine Wurzeln in dem harten Erdreich schlagen können. Solch' Eintagsleben ist für die Blütenpflanzen nicht geschaffen.

Anders die Algen und Bakterien; sie haben sich in der kurzen Zeit reichlich entwickelt und vermehrt und beim allmählichen Austrocknen der Pfütze Dauerzustände gebildet, die die Zeit der Dürre wie in einem Winterschlaf überstehen und wieder aufwachen, wenn ein zweiter Regenguß sie zu neuem Leben weckt.

Freilich sind es auch hier nur die einfachsten Arten, die sich diesen Verhältnissen anpassen, kleinste, einzellige Wesen, namentlich Protococcaceen und Diatomeen, die sich enorm rasch vermehren und deshalb erhalten, auch wenn Massen von ihnen zu Grunde gehen. Denn oft reicht die Menge des Regenwassers nur so lange, bis sie gerade ihren Starrezustand abgeworfen haben, es verdunstet aber, noch ehe sie wieder Sporen oder Dauerzustände bilden konnten. Auch sie vertrocknen dann und vergehen, wie die Keimpflänzchen der Blütenpflanzen.

Sehr oft finden sich interessante Algenansammlungen in Töpfen, Gläsern u. s. w., die während eines heftigen

Regengusses sich gefüllt hatten und weniger leicht ihr Wasser verloren. Hier entwickeln sich dann mitunter auch höher organisierte Arten, Fadenalgen, auch Moose, und man ist manchmal erstaunt, an solchen Orten ein unvermutet reiches Leben zu finden. Im allgemeinen sind es aber doch nur bestimmte kleine, meist einzellige Algenarten, die sich speziell dem Leben in solchen nur kurze Zeit bestehenden kleinen Wasseransammlungen angepaßt haben.

---

2. Kapitel.

Die Jahreszeiten im Wasser.

Auch die Wasserpflanzen werden von dem Wechsel der Jahreszeiten beeinflußt, und dieser prägt sich, wie auf dem Lande um so schärfer aus, je weiter sich die Gewässer vom Äquator entfernen. Der Winter, der die Gewässer mit Eis überzieht, vermag zwar nicht alles Leben in ihnen zu unterdrücken, wie ihm dies bei den Landpflanzen gelingt, aber es ist doch nur ein halbes Leben. Manche Algen wachsen auch noch unter Eis und Schnee, denn das darunter liegende Wasser hält sich ja über dem Gefrierpunkt, und etwas Licht dringt auch durch die Eisdecke zu ihnen. Und die Bakterien, welche an Temperaturen, die kaum über dem Gefrierpunkt liegen, besonders angepaßt sind, werden vielleicht gerade jetzt besonders üppig gedeihen. Die Hauptmenge der pflanzlichen Wasserbewohner aber ruht und erwartet die wärmere Jahreszeit zu ihrer Entwicklung.

Das Erwachen der Pflanzenwelt tritt im Wasser früher ein als auf dem Lande. Kaum ist das Eis vor der wärmen-

den Sonne weggeſchmolzen, ſo zeigen ſich in den kleinen Waſſertümpeln allerlei grüne Schleier oder watteartige Maſſen, Grünalgen, meiſt Spirogyren oder andre Fadenalgen; an den ſtehengebliebenen Stengeln abgeſtorbener Gräſer hängen graubraune, zerfließliche Fäden von fadenbildenden Diatomeen, beſonders Fragillarien und Meloſiren, und auf der Oberfläche bilden ſich bräunliche ſchaumige Maſſen, die ebenfalls meiſt von Diatomeen verſchiedener Art gebildet werden.

Auch die höheren Waſſerpflanzen erwachen; zuerſt wird es um Quellen und Bachränder grün, oft lange bevor die Gräſer der trockneren Wieſen austreiben. Doch erſt der Sommer ruft die Waſſer-Phanerogamen zu voller Entwicklung, zur Blüte. Während viele der grünen Algen, namentlich die Zygnemaceen, unter den ſengenden Strahlen der Sonne und der ſteigenden Temperatur des Waſſers abſterben, beginnt das Heer der Bakterien und Waſſerpilze ſeine Arbeit, Zerſetzung der toten organiſchen Maſſe, die noch von der vorigen Vegetationsperiode übriggeblieben iſt und den Raum für neues Leben verſperrt. Aus den Sümpfen ſteigen Blaſen auf, welche die im Bodenſchlamm vor ſich gehende Gärung andeuten, der charakteriſtiſche Sumpfgeruch entſtrömt den ſtehenden Gewäſſern und haftet allen daraus gezogenen Gegenſtänden an, und das Waſſer bedeckt ſich vielfach mit einer „Blüte“, einer an der Oberfläche ſich anſammelnden Schicht verſchiedener Algen, welche ſich manchmal in ſo ungeheuren Maſſen einfinden, daß ſie den Sauerſtoff der Gewäſſer bis zu einem den Fiſchen verderblichen Grade verbrauchen.

Wenn aber mit dem Eintritt des Sommers die Blütenpflanzen zur Herrſchaft gelangen, klärt ſich das Waſſer

von derartigen Bewohnern; ſie verſchwinden oft ebenſo raſch, wie ſie gekommen. Die Blütenpflanzen dagegen breiten ſich aus, das Rohr treibt ſeine übermannshohen ſchlanken Stengel, die Waſſerroſen blühen und ſtrecken ihre großen runden Blätter wie Teller über das Waſſer, und die Waſſerſchläuche fangen mit ihren tückiſchen Fallen kleine Waſſertiere.

So bleibt das Gewäſſer, bis der Herbſt das Graugrün der Rohrwälder in ein melancholiſches mattes Gelb verwandelt, die Blätter der Waſſerroſen bräunt und zerfallen läßt. Dann bilden viele Waſſerpflanzen am Ende ihrer Sproſſe Winterknoſpen, große, dicke, blattreiche Gebilde, die am Leben bleiben und zu Boden ſinken, wenn die übrige Pflanze zerfällt, um im Frühjahr von neuem auszutreiben und neue Pflanzen zu bilden. Auf dem Waſſer ſchwimmen die Samen der Blütenpflanzen, hängen ſich an die Ruder der ziehenden Waſſervögel und werden von ihnen in fremde Gewäſſer, oft in fremde Länder getragen.

Noch einmal erwacht eine lebhafte Algenvegetation im Herbſt, wenn die Blütenpflanzen ſchon abgeſtorben ſind. Die niedrige Temperatur des Spätherbſtes lockt noch einmal die im zeitigen Frühjahr zuerſt erwachenden Arten hervor; namentlich Spirogyren finden ſich in großen Mengen. In den Waſſertümpeln der Hochmoore entwickeln ſich die Desmidiaceen oft ſo ſtark, daß ſie dem aus den Löchern geſchöpften Waſſer eine grüne Farbe erteilen. Auch Diatomeen treten vereinzelt wieder in größerer Menge auf. Erſt der Froſt macht dieſem Leben ein Ende. Die Algen bilden dann vielfach Dauerſporen, die beim Zerfall des Algenkörpers zu Boden ſinken und den Winter überdauern.

Viele Algen können aber in geeigneten Gewäſſern auch in vegetativem Zuſtande unter Eis den Winter über ſich erhalten. Von einem Wachstum und einer Vermehrung wird freilich unter dem Eiſe nicht viel die Rede ſein; kommen aber im Winter warme Tage, an denen das Eis wegſchmilzt, ſo werden die belebenden Sonnenſtrahlen gewiß den Algen die nötige Wärme und Licht zuführen, um ihnen eine vielleicht nur kurzdauernde Weiterentwicklung zu geſtatten.

In den wärmeren Ländern verwiſchen ſich die Unterſchiede zwiſchen den Jahreszeiten weit mehr, mehr ſelbſt im Waſſer, als dies bei Landpflanzen der Fall iſt. Denn vielfach kommt die Vegetationsruhe, die unſerm Winter entſpricht, in den heißen Ländern durch Hitze und Trockenheit zu ſtande, wovon natürlich die Waſſerpflanzen, abgeſehen von den austrocknenden Gewäſſern verſchont bleiben. Dagegen ſind dort viele Waſſerpflanzen auch höherer Organiſation mit Eigenſchaften begabt, ein etwa vorkommendes Eintrocknen der Gewäſſer überſtehen zu können. Aber in den Tropen verwiſchen ſich die Jahreszeiten auch ſchon deshalb, weil in den Gewäſſern ein viel mannigfaltigeres, üppigeres Leben herrſcht, als bei uns, und wenn eine Pflanzenart am Ende ihrer Vegetationsperiode angelangt iſt und verſchwindet, wird ſie bald durch eine andre Art erſetzt, deren Entwicklung in einen ſpäteren Jahresabſchnitt fällt. Denn Froſt und Winter bilden dort keine Schranken.

3. Kapitel.

Die Verbreitung der Wasserpflanzen.

Die Verbreitung der Wasserpflanzen ist in mancher Hinsicht sehr verschieden von der der Landpflanzen, wie dies ja durch die eigenartigen äußeren Bedingungen, unter denen sie leben, von vornherein zu erwarten ist.

Bei den Landpflanzen ist eine Weiterverbreitung über größere Strecken durch Samen lange nicht mit so vielen Hindernissen verknüpft, als bei den Wasserpflanzen. Fällt der Samen aus, so führt ihn vielleicht ein Windstoß eine Strecke fort, wo er liegen bleibt, um vom nächsten Windstoß weitergetrieben zu werden. So kann ein Samenkorn nach und nach oft weite Strecken zurücklegen. Bei den Wasserpflanzen ist es aber anders. Selbst wenn ein Windstoß den Samen fortführt, so wird er beim Niederfallen in den meisten Fällen ins Wasser gelangen, feucht werden und von keinem Windstoß wieder aufgewirbelt, eine zweite Reise antreten. Und fällt das Samenkorn auch nicht ins Wasser, sondern auf Land, so sind ihm dort keine Bedingungen geboten, sich weiterzuentwickeln, es müßte so lange weiter getrieben werden, bis es wieder irgendwo in Wasser gelangt, um sich entwickeln zu können. Das wird aber nur selten der Fall sein.

Deshalb können sich die Wasserpflanzen auf diese Weise im allgemeinen nicht über größere Strecken verbreiten, ihre Samen sind auch gar nicht dem angepaßt. Im gleichen Gewässer sorgt die Strömung oder der Wind für Ausbreitung sowie die meist sehr stark entwickelte Fähigkeit

der Reproduktion auf vegetativem Wege. Die Samen selbst sind häufig mit Schwimmvorrichtungen versehen, so daß sie an der Oberfläche des Wassers bleiben und von Strömungen oder vom Winde fortgeführt werden. So können von einem Standort nach und nach die verschiedensten Gegenden eines Gewässers besiedelt werden, und auch lange Flüsse, wenigstens flußabwärts, setzen dieser Art der Ausbreitung von Wasserpflanzen kein Hindernis entgegen.

Aber von einem Gewässer zum andern ist der Weg für Wasserpflanzen schwieriger. Handelt es sich um ein Stromgebiet oder um durch Kanäle verbundene Gewässer, so kann auch der menschliche Verkehr zur Ausbreitung der Gewächse nicht unbedeutend beitragen. Ein Kahn, der aus einem Fluß in ein Seitenflüßchen einbiegt, kann anhaftende Samen oder entwicklungsfähige Sproßstücke mitschleppen und so die Verbreitung der Pflanze auch stromauf bewirken, was ihr aus eigener Kraft nicht gelungen wäre. Und daß dieser Weg in der Tat ein durchaus nicht seltener sein mag, das kann man an den oft massenhaft dem Kahn, dem Steuer und selbst den Rudern anhängenden Stengeln von Wasserpflanzen ersehen. Haben doch in manchen Gewässern Raddampfer oft beträchtliche Schwierigkeiten wegen der Masse der Wasserpflanzen, die sich zwischen den Schaufeln der Räder festklemmen. Wasserpflanzen haben aber fast durchweg eine erstaunliche vegetative Entwicklungsfähigkeit, so daß jedes kleine abgerissene Sproßstück unter geeigneten Verhältnissen zu einer neuen Pflanze heranwachsen kann.

Wo aber eine Verbindung von Gewässern nicht besteht und kein Kahn oder Schiff Sproße und Keime ver-

schleppen kann, müssen Wassertiere die Verbreitung übernehmen. In seltenen Fällen werden dies Säugetiere sein; vielleicht kämme allein der Fischotter in Betracht, der oft weite Wanderungen unternimmt und von einem Teich in den andern Samen vertragen kann; aber das glatte Fell ist wenig geeignet zu solchem Transport. Viel häufiger sind es Wasservögel und Wasserinsekten, die den Transport übernehmen.

Man erstaunt oft, in verhältnismäßig kleinen Wasseransammlungen, in kleinen, kaum handbreiten und -tiefen Löchern eine üppige Algenvegetation zu finden, die von der in den benachbarten größeren Gewässern nicht beträchtlich verschieden ist. Das Wasser in dieser Ansammlung steht vielleicht kaum eine Woche, ist Regenwasser, und doch hat sich ein reiches Leben darin entwickelt. Es brauchen auch vorher keine Keime dieses Lebens dort gewesen zu sein, kleine Wasserkäfer sorgen schon dafür, daß sie hinein kommen.

Untersucht man nämlich die Füße solcher Wasserkäfer genauer unter dem Mikroskop, so wird man kaum einen finden, der nicht irgend welche Algen zwischen den Haaren und Borsten seiner Fußglieder hängen hätte. Die Wasserkäfer wandern aber, oft abends oder des Nachts, fliegen von einem Wasserloch ins andre und schleppen dabei die Keime der Algen mit. Insbesondere ist es der zierliche Gyrinus, den wir auf der Oberfläche des Wassers oft zu mehreren oder vielen seine eigentümlichen Tänze aufführen sehen; er führt ein unruhiges Leben, sucht heute diesen, morgen jenen Tümpel oder Bach auf und fliegt auch manchmal in kleine Löcher, ja selbst in wasserhaltige Blumentöpfe oder Kübel. Man findet an seinen Ruderfüßen

fast stets, oft zahlreiche Algenzellen, zuweilen sogar kleine Samen von Blütenpflanzen.

Die Wasserkäfer werden auf beschränktem Gebiet für niedere Pflanzen wahrscheinlich das meiste zur Verbreitung beitragen. Indessen sind die Strecken, die sie durchfliegen, doch immerhin ziemlich begrenzt. Sie werden deshalb vielleicht die kleinen Bäche und Wasseransammlungen in der unmittelbaren Nähe eines größeren Sees mit Keimen niederer Pflanzen versorgen, sind aber ungeeignet zum Transport größerer Samen oder gar von Sproßstücken höher organisierter Wasserpflanzen. Auch weitere Strecken, z. B. von einem See zu einem mehrere Meilen entfernten andern, werden sie nur ausnahmsweise zurücklegen, kommen also auch für niedere Pflanzen hier nicht in Betracht.

Diese Funktion übernehmen dann die Wasservögel und unter ihnen besonders die Enten. Die Enten leben zum großen Teil von Wasserpflanzen, halten sich daher auch zumeist an Orten auf, wo sie mit ihrem Schnabel die am Grunde wachsenden Wasserpflanzen und die sich zwischen diesen verbergenden kleinen Tiere erreichen können. Am Schnabel selbst bleiben oft Keime der verschiedensten Art hängen, besonders aber an den breiten, ruderförmigen Füßen, die beim Auffliegen gewöhnlich etwas zusammengelegt werden und dabei nicht bloß Algen, sondern auch Samen von Blütenpflanzen mitreißen. Ja es sind Enten geschossen worden, die ganze Sprosse von Elodea, Callitriche und andern Wasserpflanzen anhängen hatten. Da Enten oft sehr weit, viele Meilen streichen, ehe sie wieder in ein Gewässer einfallen, so sind sie besonders berufen, die Verbreitung von Wasserpflanzen auf größere Strecken zu bewirken und tatsächlich mag ihnen wohl der Hauptanteil

dabei zufallen. Auch andre Wasservögel, Teichhühner, Reiher, Rohrdommeln, Schwäne, Gänse, selbst Möven werden sich daran, wiewohl in wesentlich geringerem Maße, beteiligen.

---

4. Kapitel.

Die Pflanzen der Thermen und des Eises.

In den heißen Quellen, die sich in verschiedenen Gegenden finden und ihr Wasser mit Dampf untermischt als Sprudel oder als Geiser an die Oberfläche senden, sind die Lebensbedingungen infolge der hohen Temperatur ungünstig. Wir finden in ihnen nur wenige Pflanzenarten, die zu den niedersten Formen gehören.

Die äußerste Grenze der Temperatur, die von höheren Wasserpflanzen ertragen werden kann, ist durch die Erwärmung des Wassers durch die Sonne gegeben. Soweit Sonnenstrahlen das Wasser erwärmen können, kommt es, exzeptionelle Verhältnisse abgerechnet, auch in den Tropen nur zu Temperaturen, die unter 40° C liegen, die mit zunehmender Erwärmung steigende Verdunstung bringt auch gleichzeitig eine beträchtliche Wärmeentziehung mit sich. Wenn aber die Temperatur 40 und selbst 50 ° C erreicht, dann verschwinden die höheren Wasserpflanzen, und nur Bakterien und Algen bevölkern das Wasser.

In den meisten heißen Quellen sind Bakterien nachgewiesen worden, die sich speziell an höhere Temperaturgrade angepaßt haben; man hat sie als thermophile Arten bezeichnet. Viele von ihnen sind überhaupt gar nicht im stande, bei niedriger Temperatur, wie sie dem Durchschnitt der Pflanzen zusagt, zu gedeihen, sie brauchen

eine gleichmäßige Wärme von 50° C und darüber. So beherbergen die warmen Quellen von Luchon zwei Arten die bei einer konstanten Temperatur von 64° C sich entwickeln, und die meisten Thermen werden wohl derartige thermophile Bakterien besitzen, doch sind bis jetzt wenig Untersuchungen darüber angestellt.

Außer Bakterien können auch einzelne Cyanophyceen außerordentlich hohe Temperaturen ertragen, und man sieht sehr oft die heißen Quellen von blaugrünen Polstern eingefaßt, insbesondere die Abzugsrinnen, wo sich das oft über 50° C heiße Wasser bereits etwas abgekühlt hat. In Karlsbad beispielsweise sind diese Abflußrinnen schon da mit solchen blaugrünen Polstern ausgekleidet, wo das Wasser noch eine Temperatur von 50—55° C besitzt. Besonders verbreitet unter diesen thermenbewohnenden Cyanophyceen ist Lyngbya thermalis; sie ist fast über die ganze Erde verbreitet und kommt ebenso in den Geisern Islands, wie in den heißen Quellen Italiens vor.

In manchen Schwefelthermen werden die genannten Organismen durch eigenartige, zu den Bakterien gestellte Wesen ersetzt, welche wegen ihrer Abhängigkeit von einem Gehalt des Wassers an Schwefelwasserstoff auf Verhältnisse angewiesen sind, die den meisten andern Pflanzen das Leben unmöglich machen. Es sind dies die Schwefelbakterien und unter ihnen besonders die Arten der Gattungen Beggiatoa und Thiothrix. Besonders die Beggiatoen sind weit verbreitet und überziehen die Wände und den Boden in den Abzugskanälen der Schwefelthermen oft dicht mit einem schneeweißen Gespinst.

Unter dem Mikroskop sind die Beggiatoafäden leicht durch ihren Gehalt an Schwefelkörnchen und ihre eigen-

tümliche Bewegungsweise zu erkennen. Die Fäden sind bei reichlichem Gehalt des Wassers an Schwefelwasserstoff dicht mit kleinen, stark lichtbrechenden Schwefelkörnchen angefüllt.

In dieselben Gruppen — Algen und Bakterien — gehören aber auch die Pflanzen, welche im stande sind, bei den niedersten Temperaturgraden, ja bei 0° C sich zu entwickeln. Mehrfach sind in neuerer Zeit Bakterien beschrieben worden, die bei 0° C noch gedeihen; ein Teil derselben mag sogar höhere Temperaturen nicht besonders gut vertragen, wie einige Leuchtbakterien, andre können auch noch bei 20° C gedeihen. Temperaturen unter 0° C bewirken freilich einen Stillstand in der Entwicklung, aber selbst die höchsten künstlich erreichbaren Kältegrade sind nicht im stande, das Leben der Bakterien zu vernichten.

Von den Algen ist es eine nicht gerade häufige Art, Haematococcus nivalis; die im ewigen Schnee der Hochalpen und der Polarländer lebt, und wo sie vorkommt, gewöhnlich in ungeheuren Massen auftritt. Ihre mikroskopisch kleinen roten Zellen können den Schnee in weitem Umkreis karminrot färben und der starren Eiswelt einen fremden, warmen Farbenton beimischen. Auch diese Art wächst, trotzdem sie dem ewigen Schnee angehört, doch nur bei einer Temperatur, die nicht unter 0° C herabsinkt. Mag die Nacht alles in Frost und Eis erstarren lassen, die helle Sonne bringt den Schnee zum Schmelzen und erwärmt die kleinen Zellen über den Gefrierpunkt; sie leben auf, atmen, wachsen und vermehren sich in einer Welt, die sonst alles Leben erstarren läßt.

5. Kapitel.

Das Plankton.

Man versteht unter Plankton die Gesamtmasse der im Wasser treibenden Tiere und Pflanzen, die nicht im stande sind, sich aus eigener Kraft gegen Strömung, Wind und Wellen zu halten oder zu bewegen. Es sind deshalb meist kleinere Wesen, von Pflanzen allerdings zuweilen auch große Algen, wie Sargassum oder losgerissener Fucus u. s. w. Nicht zum Plankton gehören z. B. die Fische, die sich durch eigene Kraft gegen Strömung und Wind bewegen können.

Das Plankton, und insbesondere der pflanzliche Teil desselben, ist aber von fundamentaler Bedeutung für das gesamte Leben im Wasser, denn alle Tiere sind ja direkt oder indirekt auf pflanzliche Nahrung angewiesen; nur Pflanzen vermögen aus anorganischen Stoffen ihre organische Körpersubstanz aufzubauen, während dies die Tiere nicht tun können, sondern direkt Pflanzen verzehren oder von pflanzenfressenden Tieren leben. Man kann deshalb ohne weiteres sagen, daß alle Tiere von Pflanzen leben.

Bei dem Abhängigkeitsverhältnis der Pflanzen vom Licht ist ihnen aber z. B. im Meere meist nur ein kleiner Raum zur Verfügung gestellt, auf welchem sie sich, festsitzend, entwickeln können; denn schon bei Tiefen von wenigen hundert Metern ist das Licht so schwach, daß es nicht mehr für die assimilatorische Tätigkeit des Chlorophylls die nötige Energie liefert. Die Pflanzen verhalten sich freilich in ihren Ansprüchen an die Lichtmenge sehr verschieden; die einen fühlen sich erst bei einer Lichtintensität wohl, bei der andre sich nicht mehr entwickeln können.

Der Grund und Boden des Meeres ist also nur an flachen Stellen und an den Ufern von Pflanzen besiedelt, der überwiegend größere Teil ist nicht bewachsen. Das Meer ist aber überall von Tieren bewohnt, und diese sind in ihrer Nahrung auf das im Wasser Treibende, das Plankton, angewiesen. Auch würden die geringen Mengen der den Grund des Meeres an flachen Stellen besiedelnden Pflanzen bei weitem nicht ausreichen, die enormen Mengen von Tieren zu ernähren, die im Meere enthalten sind. Die mikroskopisch kleinen Lebewesen in den obersten Schichten des Meeres, die sich unendlich vermehren, sind es in erster Linie, die die Ernährung der ganzen übrigen Tierwelt des Meeres ermöglichen.

Die Masse dieser Organismen, welche das Plankton bilden, ist eine sehr bedeutende; man hat mittelst sinnreich konstruierter Netze wiederholt die Menge der Tiere und Pflanzen auf einem bestimmten Raum des Meeres bestimmt und dabei gefunden, daß das Meer in seiner ganzen Ausdehnung in den obersten Schichten ziemlich gleich stark bevölkert ist. Niedere Algen, hauptsächlich Diatomeen, bilden den wesentlichsten Bestandteil des Planktons.

Wir dürfen nach den auf diesem Gebiet insbesondere von Hensen angestellten Untersuchungen nicht mehr daran zweifeln, daß im Meere auf den Quadratmeter Oberfläche annähernd ebensoviel organische Pflanzensubstanz jährlich produziert wird, als auf dem Lande. Eine Wiese bringt beispielsweise pro Quadratmeter jährlich etwa 180 g organische Substanz hervor; auf 1 Quadratmeter Meeresfläche entstehen jährlich ca. 150 g organische Substanz an niederen Algen. Man hat in dieser Hinsicht sehr zeitraubende Untersuchungen gemacht, so hat man z. B.

gefunden, daß in der Ostsee die Menge des Planktons unter 1 Quadratmeter Oberfläche dem Maße nach 1608,3 Quadratcentimeter betrug, hat Abteilungen davon auf organische Substanz, Aschengehalt u. s. w. geprüft und in andern Teilen der Menge die Zahl der verschiedenen Tier- und Pflanzenarten festgestellt, eine Arbeit, die viele Forscher in andern Meeren mit annähernd gleichen Resultaten wiederholt haben.

Ebenso wie im Meere, ist auch im Süßwasser, namentlich in Seen und Teichen, das Plankton von größter Bedeutung, wenn auch hier die festsitzenden Algen eine wesentlich größere Rolle spielen als im Meere. Aber die Fischzucht ist doch zum großen Teil abhängig von dem Plankton.

Im Plankton der Süßwasserseen spielen unter den Nahrungsproduzenten Diatomeen und Spaltalgen eine große Rolle. Von ihnen leben allerlei kleine Tiere, die wieder größeren zur Nahrung dienen, bis herauf zu den Fischen.

Das Plankton hat also auch für den Menschen eine hervorragende Bedeutung; unsre Meere, Seen, Flüsse und Teiche würden leer an Fischen sein, wenn nicht die unzähligen, mikroskopisch kleinen Wesen, die der Hauptsache nach das Plankton bilden, mit ihrer gewaltigen Reproduktionskraft für fortdauernde Nahrung sorgten.

---

6. Kapitel.

Die Wasserpflanzen der Vorzeit.

Wie lange das Leben schon auf der Erde existiert, ist uns unbekannt und wird uns auch kaum jemals sicher bekannt werden. Unsre Nachrichten aus der vorgeschicht-

lichen Zeit sind die Reste, die sich in den Ablagerungen früherer Erdperioden als Versteinerungen, Abdrücke u. s. w. erhalten haben. Und diese Versteinerungen sind jedenfalls sehr viel jüngeren Alters als das erste Leben auf der Erde.

Wir müssen nach der gegenwärtig herrschenden Anschauung von dem Auftreten und der Entwicklung der Organismen annehmen, daß die ersten Wesen äußerst kleine, einfache, auch mit unsern gegenwärtigen Mikroskopen vielleicht kaum wahrnehmbare Organismen gewesen sind, die kaum eine besondere Differenzierung gezeigt haben. Der Körper solcher Organismen konnte aber naturgemäß nicht den Prozessen widerstehen, die nach seinem Tode auf ihn einwirkten; nur harte, kräftige, durch irgend welche Eigenschaften widerstandsfähige Körper konnten sich in irgend einer Form erhalten.

Deshalb mag bereits eine reiche Flora auf der Erde entwickelt gewesen sein, ehe Formen auftraten, die sich in Versteinerungen oder Abdrücken erhalten haben.

Es sind deshalb nicht die ersten im Wasser lebenden Formen, die uns überliefert sind, sondern bereits hoch organisierte Pflanzen. Freilich sind uns aus älteren Schichten organische Reste bekannt, die als Algen gedeutet worden sind, ihre Struktur ist jedoch so unvollkommen erhalten, daß irgend eine Sicherheit über ihre systematische Stellung nicht besteht; von vielen kann man sogar sage , daß sie alles andre eher als Algen sind.

N eine Gruppe von Algen hat sich vermöge ihrer eigenartigen Körperbeschaffenheit aus den frühesten Perioden ihres Auftretens, aus der unteren Kreide, erhalten: Die Diatomeen. Ihre festen Kieselschalen haben dem zer-

ſtörenden Einfluß aller Prozeſſe getrotzt, denen der weiche Leib andrer Algen zum Opfer gefallen iſt. Es ſind zum Teil Gattungen, ſelbſt Arten, die noch in der Gegenwart vorkommen, die ſich an beſtimmten Stellen in ungeheuren Maſſen entwickelt haben; die abſterbenden Zellen ſanken zu Boden und ihr Inhalt zerſetzte ſich, während die harten Kieſelpanzer erhalten blieben. So ſank eine Schicht Kieſelpanzer auf die andere, bis jene mächtigen Lager von Diatomeenſchalen entſtanden, die heut als Diatomeen- oder Infuſorienerde, Kieſelguhr u. ſ. w. bezeichnet werden. Es gibt Lager von Diatomeenſchalen, die mehrere Meter mächtig ſind und einen Flächenraum von vielen Quadratkilometern einnehmen, wie in der Lüneburger Heide bei Ebsdorf bei Königsberg, Richmond in Virginien u. ſ. w. Sie haben auch feſte Felsmaſſen gebildet, wie den bekannten Polierſchiefer von Bilin. So haben dieſe kleinen, mikroſkopiſchen Algen ebenſo wie die Kreidetierchen am Gerüſt der Erdrinde arbeiten helfen.

Von den höher entwickelten Waſſerpflanzen ſind uns ebenfalls viele Reſte erhalten; mächtige Sumpfpflanzen im Verein mit durch Ströme entwurzelten und herangeſchwemmten Landpflanzen haben vermutlich die Steinkohlen gebildet. Und Sumpfpflanzen oder Moorpflanzen ſind es, die noch heute einem ähnlichen Verkohlungsprozeß unterliegen und uns die eigentümliche Erſcheinung der Steinkohlenbildung verſtändlicher machen: die Torfmooſe und die auf Torfmooren wachſenden Pflanzen. Was heute an Torfmooſen wächſt, iſt nach Jahren zu Torf geworden und würde ſich unter ähnlichem Druck, wie ihn Steinkohlen aushalten, im Lauf von Jahrtauſenden wohl auch zu Kohlen umbilden.

Register.

Acetabularia mediterranea 52
Actinoptychus undulatus 31
Aidrovanda vesiculosa 82
Amphipleura pellucida 35
Anabaena circinalis 27
Aphanizomenon Flos aquae 27
Arachnodiscus ornatus 30

Bacteriastrum 31
Bakterien 10
Batrachospermum moniliforme 61
Batrachospermum vagum 61
Beggiatoa alba 15
Botrydium granulatum 51
Braunalgen 56

Callitriche verna 86
Caulerpa prolifera 52
Ceratium Hirundinella 38
Ceratophyllum demersum 80
Ceratophyllum submersum 80
Chaetophora endiviaefolia 53
Chaetophora pisiformis 53
Chara aspera 94
„ ceratophylla 94
„ jubata 94
Characeen 54
Chytridiaceen 16
Chlamydomonas Pulvisculus 50
Chlamydomonas tingens 50
Chlamydothrix ochracea 14
Chlorophyceen 38
Chondrus crispus 62
Chromatium Okenii 15
Chroococcus turgidus 20
Cladophora glomerata 53
Closterium Leiblenii 40
Confervoideen 52
Conjugaten 39
Cosmarium 41
Crenothrix Kühniana 12
Cyclotella operculata 30
Cylindrospermum 23

Desmidiaceen 39
Diatomeen 27
Diatoma 32
Dinoflagellata 37
Draparnaldia glomerata 53
Draparnaldia plumosa 53

Elodea canadensis 84
Epithemia gibba 36
Euastrum 41
Eudorina elegans 49
Euryale ferox 79

Fieberklee 89
Fontinalis antipyretica 67
Fragilaria virescens 32
Froschbiß 77
Froschkraut 87
Fucus Vesiculosus 57

Gigartina 62
Gloeocapsa sanguinea 20
Gloiotrichia 25
Gomphonema 32
Gonium pectorale 50
Gracilaria lichenoides 62
Grünalgen 38

Hornblatt 80
Hottonia palustris 81
Hydrilla verticillata 84
Hydrocharis morsus ranae 77
Hydrodictyon utriculatum 46

Isoëtes echinospora 73
„ lacustris 73

Kieselalgen 27
Krebsscheere 84

Lemanea torulosa 60
Lemna gibba 77
„ minor 76
„ polyrrhiza 77
„ trisulca 77
Leuchtbakterien 109
Limnanthemum nymphaeoides 77
Leptomitus lacteus 17
Lyngbya 23
„ thermalis 108

Macrocystis pyrifera 59
Marsilia quadrifoliata 71
Melosira arenaria 29
„ varians 29

Menyanthes quadrifoliata 89
Merismopedia 21
Micrasterias 41
Mougeotia 43
Myriophyllum spicatum 81
Myriophyllum verticillatum 81

Najas major 83
„ minor 83
Navicula amphisbaena 34
Navicula Phoenicenteron 34
Navicula viridis 31
Nitschia sigmoidea 36
Nixenkräuter 83
Nostoc 23

Octodiceras Julianum 69
Oedogonium 52
Oscillaria princeps 22
„ sancta 21

Palmellaceen 44
Pandorina Morum 50
Pediastrum 46
Penium Digitus 39
Peridineen 37
Phaeophyceen 56
Phragmites communis 88
Pliularia globulifera 72
Pleurosigma anguiatum 34
Pleurosigma attenuatum 34
Polycystis aeruginosa 26
Polygonum amphibium 89
Polyphagus Euglenae 16
Potamogeton 83
Protococcoideen 44
Protococcus infusionum 45

Ranunculus aquatilis 87
Ranunculus Lingua 89
Riccia fluitans 63
„ natans 62
Rivularia 25
Rohr 88
Rotalgen 59

Salvinia natans 70
Saprolegniaceen 17
Saprolegnia monoica 18
Sargassum 57
Scenedesmus 45
Schilf 88
Schwefelbakterien 14
Seekanne 78
Siphoneen 51
Spaltalgen 19
Sphaerotilus dichotomus 11
Sphaerotilus natans 12
Sphagnum cuspidatum 63
Spirogyra 42
Spirulina 22
Staurastrum 41
Stratiotes aloides 80
Sumpfvergißmeinnicht 89
Surirella Gemma 35
Symploca 19
Synedra Acus

Tabellaria fenestrata 31
Tausendblatt 81
Teichblume 77
Tetraspora 45
Thermophile Bakterien 108
Thorea ramosissima 61
Torfmoose 63
Trapa natans 78
Typha latifolia 88

Ulva lactuca 52
Utricularia vulgaris 82

Vallisneria spiralis 84
Vaucheriaceen 51
Victoria regia 79
Volvocineen 48
Volvox globator 48

Wasserfarne 70
Wasserfeder 81
Wasserhahnenfuß 87
Wasserlinsen 76
Wassermoose 62
Wassernuß 78
Wasserpest 84
Wasserpilze 9
Wasserstern 86
Wolffia arrhiza 76

Xanthidium 41

Zygnema 42
Zygnemaceen 42

Sammlung Göschen.

Je in elegantem Leinwandband **80 Pf.**

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Pflanzenreich, Das. Einteilung d. gesamten Pflanzenreichs mit den wichtigsten und bekanntesten Arten von Dr. F. Reinecke in Breslau u. Dr. W. Migula, Professor an der Technischen Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Figuren. Nr. 122.

Pflanzenwelt, Die, d. Gewässer von Dr W. Migula, Prof. an d. Techn. Hochschule Karlsruhe. Mit 50 Abbildungen. Nr. 158.

Philosophie, Einführung in die. Psychologie u. Logik zur Einführung in die Philosophie v. Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig. Nr. 14.

Photographie. Von Prof. H. Keßler, Fachlehrer a. d. k. k. Graph. Lehr- und Versuchsanstalt in Wien. Mit 4 Tafeln und 52 Abbild. Nr. 94.

Physik, Theoretische, I. Teil: Mechanik und Akustik. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Universität Wien. Mit 19 Abbild. Nr. 76.

— — II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gustav Jäger, Professor an der Universität Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

— — III. Teil: Elektrizität und Magnetismus. Von Dr. Gustav Jäger, Prof. an der Universität Wien. Mit 33 Abbild. Nr 78.

Physikalische Formelsammlung v. G. Mahler, Prof. am Gymnasium in Ulm. Nr. 136.

Plastik, Die, des Abendlandes v Dr. Hans Stegmann, Konservator am German. Nationalmuseum zu Nürnberg. Mit 23 Tafeln. Nr. 116.

Poetik, Deutsche, v. Dr. K. Borinski, Doz. a. d. Univ München. Nr 40.

Psychologie und Logik z Einführung in die Philosophie v. Dr. Th. Elsenhans. Mit 13 Fig Nr 14.

Psychophysik, Grundriß der, von Dr. G. F. Lipps in Leipzig. Mit 3 Figuren. Nr. 98.

Rechnen, Kaufmännisches, von Richard Just, Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt d. Dresdener Kaufmannschaft. I. II. Nr. 139. 140.

Redelehre, Deutsche, von H. Probst, Gymnasiallehrer in München. Mit einer Tafel. Nr. 61.

Religionsgeschichte, Indische, von Dr. Edmund Hardy, Professor o. d. Universität Würzburg. Nr. 83.

— — siehe auch: Buddha.

Russisch-deutsches Gesprächsbuch von Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag. Nr. 68.

Russisches Lesebuch mit Glossar v. Dr. Erich Berneker, Professor an der Universität Prag. Nr. 67.

— — siehe auch: Grammatik.

Sachs, Hans, u. Johann Fischart nebst einem Anhang: Brant und Hutten. Ausgewählt u. erläutert v. Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr. 24.

Schmarotzer und Schmarotzertum in d. Tierwelt. Erste Einführung in die tierische Schmarotzerkunde v. Dr. Franz v. Wagner, a. o. Prof. an der Universität Gießen. Mit 67 Abbildungen. Nr. 151.

Schulpraxis. Methodik d. Volksschule von R. Seyfert, Schuldirektor in Olsnitz in V. Nr. 50.

Simplicius Simplicissimus von H. Jakob Christoffel v. Grimmelshausen. In Auswahl hrsg v. Prof. Dr. F. Bobertag, Dozent an der Universität Breslau. Nr. 138.

Sociologie von Prof. Dr. Thomas Achelis in Bremen. Nr. 101.

Sprachdenkmäler, Gotische, mit Grammatik, Übersetzung und Erläuterungen von Dr. Herm. Jantzen in Breslau. Nr. 79.

Sprachwissenschaft, Indogermanische, v. Dr R. Meringer, Prof a. d. Universität Graz. Mit einer Tafel. Nr. 59.

— **Romanische,** von Dr. Adolf Zauner, k. k. Realschulprofessor in Wien. Nr. 128.

Stammeskunde, Deutsche, von Dr. Rudolf Much, Privatdozent an d. Universität Wien. Mit 2 Karten und 2 Tafeln. Nr. 126.

Stenographie. Lehrbuch d. Vereinfachten Deutschen Stenographie (Einigungssystem Stolze-Schrey) nebst Schlüssel, Lesestücken und einem Anhang von Dr. Amsel, Oberlehrer des Kadettenhauses in Oranienstein. Nr. 86.

Stereometrie von Dr. R. Glaser in Stuttgart. Mit 44 Figuren. Nr. 97.

Stilkunde von Karl Otto Hartmann, Gewerbeschulvorstand i. Lahr. Mit 12 Vollbildern und 179 Textillustrationen. Nr. 80.

Technologie, Allgem. chemische, von Dr. Gust. Rauter in Charlottenburg. Nr. 113.

Telegraphie, Die elektrische, von Dr. Ludwig Rellstab. Mit 19 Fig. Nr. 172.

Tierbiologie I: Entstehung u. Weiterbildung der Tierwelt, Beziehungen zur organischen Natur von Dr. Heinrich Simroth, Prof. a. d. Universität Leipzig. Mit 33 Abbild. Nr. 131.

— **II:** Beziehungen d. Tiere zur organischen Natur v. Dr. Heinrich Simroth, Professor an der Universität Leipzig. Mit 35 Abbild. Nr. 132.

Tierkunde v. Dr. Franz v. Wagner, Professor an der Universität Gießen. Mit 78 Abbildungen. Nr. 60.

Trigonometrie, Ebene und sphärische von Dr. Gerh. Hessenberg in Charlottenburg. Mit 69 ein- u. zweifarbigen Figuren. Nr. 99.

Unterrichtswesen, Das öffentliche, Deutschlands in d. Gegenwart von Dr. Paul Stötzner, Gymnasialoberlehrer in Zwickau. Nr. 130.

Urgeschichte der Menschheit von Dr. Moritz Hoernes, Professor a. d. Universität und Custosadjunkt am k. und k. naturhistor. Hofmuseum in Wien. Mit 48 Abb. Nr. 42.

Völkerkunde von Dr. Mich. Haberlandt, k. k. Custos d. ethnograph. Sammlung d. naturh. Hofmuseums u. Privatdozent an der Universität Wien. Mit 56 Abbild. Nr. 73.

Volkslied, Das deutsche, ausg. u. erläut. v. Prof. Dr. Jul. Sahr. Nr. 25.

Volkswirtschaftslehre v. Dr. Carl Johs. Fuchs, Professor an d. Universität Freiburg i. B. Nr. 133.

Waltharilied, Das, im Versmaße der Urschrift übersetzt u. erläutert von Professor Dr. H. Althof, Oberlehrer am Realgymnasium in Weimar. Nr. 46.

Walther von der Vogelweide mit Auswahl aus Minnesang und Spruchdichtung. Mit Anmerkungen und einem Wörterbuch von Otto Güntter, Prof. a. d. Oberrealschule und an der Techn. Hochschule in Stuttgart. Nr. 23.

Wärme. Theoret. Physik. II. Teil: Licht und Wärme. Von Dr. Gust. Jäger, Prof. an der Universität Wien. Mit 47 Abbild. Nr. 77.

Wechselkunde von Dr. G. Funk in Mannheim. Mit vielen Formularen. Nr. 103.

Wolfram von Eschenbach. Hartmann v. Aue, Wolfram v. Eschenbach u. Gottfried von Straßburg. Auswahl aus dem höf. Epos mit Anmerkungen und Wörterbuch v. Dr. K. Marold, Professor am Königl. Friedrichskollegium zu Königsberg i. P. Nr. 22.

Wörterbuch, Deutsches, von Dr. Ferdinand Detter, Professor a. d. Universität Prag. Nr. 64.

Württemberg. Landeskunde des Königreichs Württemberg v. Dr. Kurt Hassert, Prof. d. Geographie a. d. Handelshochschule i. Köln. Mit 16 Vollbildern u. 1 Karte. Nr. 157.

Zeichenschule v. Prof. K. Kimmich in Ulm. Mit 17 Tafeln in Ton-, Farben- und Golddruck u. 135 Voll- und Textbildern. Nr. 39.

Zeichnen, Geometrisches, von H. Becker, Architekt und Lehrer a. der Baugewerkschule in Magdeburg, neubearbeit. v. Prof. J. Bonderlinn, dipl. u. staatl. gepr. Ingenieur in Breslau. Mit 290 Fig. u. 23 Tafeln im Text. Nr. 58.

Sammlung Schubert.

Sammlung mathematischer Lehrbücher,

die, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhend, den Bedürfnissen des Praktikers Rechnung tragen und zugleich durch eine leicht fassliche Darstellung des Stoffs auch für den Nichtfachmann verständlich sind.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

Verzeichnis der bis jetzt erschienenen Bände:

1 **Elementare Arithmetik und Algebra** von Prof. Dr. Hermann Schubert in Hamburg. M. 2.80.

2 **Elementare Planimetrie** v. Prof. W. Pflieger in Münster i. E. M. 4.80.

3 **Ebene und sphärische Trigonometrie** von Dr. F. Bohnert in Hamburg. M. 2.—.

4 **Elementare Stereometrie** von Dr. F. Bohnert i. Hamburg. M. 2.40.

5 **Niedere Analysis I. Teil: Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Kettenbrüche und diophantische Gleichungen** von Professor Dr. Hermann Schubert in Hamburg. M. 3.60.

6 **Algebra mit Einschluß der elementaren Zahlentheorie** von Dr. Otto Pund in Altona. M. 4.40.

7 **Ebene Geometrie der Lage** von Professor Dr. Rud. Böger in Hamburg. M. 5.—.

8 **Analytische Geometrie der Ebene** von Prof. Dr. Max Simon in Straßburg. M. 6.—.

9 **Analyt. Geometrie d. Raumes I. Teil: Gerade, Ebene, Kugel** von Professor Dr. Max Simon in Straßburg. M. 4.—.

10 **Differentialrechnung** von Prof. Dr. Frz. Meyer in Königsberg. M. 9.—.

12 **Elemente der darstellenden Geometrie** von Dr. John Schröder in Hamburg. M. 5.—.

13 **Differentialgleichungen** v. Prof. Dr. L. Schlesinger i. Klausenburg. M. 8.

14 **Praxis der Gleichungen** von Professor C. Runge in Hannover. M. 5.20.

19 **Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungs-Rechnung** von Dr. Norbert Herz in Wien. M. 8.—.

20 **Versicherungsmathematik** von Dr. W. Großmann i. Wien. M. 5.—.

25 **Analytische Geometrie des Raumes II. Teil: Die Flächen zweiten Grades** von Prof. Dr. Max Simon in Straßburg. M. 4.40.

27 **Geometrische Transformationen I. Teil: Die projektiven Transformationen nebst ihren Anwendungen** von Professor Dr. Karl Doehlemann in München. M. 10.—.

31 **Theorie d. algebraischen Funktionen und ihrer Integrale** von Oberlehrer E. Landfriedt in Straßburg. M. 8.50.

34 **Liniengeometrie mit Anwendungen I. Teil** von Professor Dr. Konrad Zindler i. Innsbruck. M. 12.

Sammlung Schubert

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung, Leipzig.

35 **Mehrdimensionale Geometrie I. Teil: Die linearen Räume** von Professor Dr. P. H. Schoute in Groningen. M. 10.—.

39 **Thermodynamik I. Teil** v. Prof. Dr. W. Voigt i. Göttingen M. 10.—.

40 **Mathematische Optik** von Dr. J. Classen in Hamburg. M. 6.—.

46 **Thetafunktionen u. hyperelliptische Funktionen** v. Oberl. E. Landfriedt in Straßburg. M. 4.50.

In Vorbereitung bezw. projektiert sind:

Integralrechnung von Prof Dr. Franz Meyer in Königsberg.

Elemente der Astronomie von v. Dr. Ernst Hartwig in Bamberg.

Mathematische Geographie von Dr. Ernst Hartwig in Bamberg.

Anwendungen der darstellenden Geometrie von Professor Erich Geyger in Kassel.

Geschichte der Mathematik von Prof. Dr. A. v. Braunmühl und Prof. Dr. S. Günther in München.

Dynamik von Prof. Dr. Karl Heun in Karlsruhe.

Technische Mechanik von Prof. Dr. Karl Heun in Karlsruhe.

Geodäsie von Prof. Dr. A. Galle in Potsdam.

Allgemeine Funktionentheorie v. Dr. Paul Epstein in Straßburg.

Räumliche projektive Geometrie.

Geometrische Transformationen II. Teil v. Prof. Dr. Karl Doehlemann in München.

Theorie d. höheren algebraischen Kurven.

Allgemeine Theorie der Raumkurven und Flächen I und II von Prof. Dr. Viktor Kommerell in Reutlingen und Prof. Dr. Karl Kommerell in Heilbronn.

Elliptische Funktionen von Dr. Paul Epstein in Straßburg.

Theorie und Praxis der Reihen v. Prof. C. Runge in Hannover.

Invariantentheorie von Prof. Dr. Jos. Wellstein in Gießen.

Mehrdimensionale Geometrie II. Teil von Prof. Dr. P. H. Schoute in Groningen.

Liniengeometrie II. Teil v. Prof. Dr. Konrad Zindler in Innsbruck.

Kinematik von Prof. Dr. Karl Heun in Karlsruhe.

Potentialtheorie von Oberlehrer Grimsehl in Hamburg.

Theorie der Elektrizität und des Magnetismus I und II von Dr. J. Classen in Hamburg.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
in Leipzig.

Elemente der Stereometrie

von

Prof. Dr. Gustav Holzmüller.

I. Band: **Die Lehrsätze und Konstruktionen.** Mit 282 Figuren. Preis broschiert Mk. 6.—, gebunden Mk. 6.60.

II. Band: **Die Berechnung einfach gestalteter Körper.** Mit 156 Figuren. Preis broschiert Mk. 10.—, gebunden Mk. 10.80.

III. Band: **Die Untersuchung und Konstruktion schwierigerer Raumgebilde.** Mit 126 Figuren. Preis broschiert Mk. 9.—, gebunden Mk. 9.80.

IV. Band: **Fortsetzung der schwierigeren Untersuchungen.** Mit 89 Figuren. Preis broschiert Mk. 9.—, gebunden Mk. 9.80.

Dieses Werk dürfte wohl einzig in seiner Art dastehen, denn in so umfassender und gründlicher Weise ist die Stereometrie noch nicht behandelt worden. Das Wort „elementar" ist dabei so zu nehmen, dass die höhere Analysis und im allgemeinen auch die analytische Raumgeometrie ausgeschlossen bleiben, während die synthetische neuere Geometrie in den Kreis der Betrachtungen hineingezogen wird, soweit es die Methoden der darstellenden Geometrie erfordern.

Alle Figuren, auf die ganz besondere Sorgfalt verwendet worden ist, sind streng konstruiert und fast jede ist ein Beispiel der darstellenden Geometrie.

Trotz des elementaren Charakters geht diese neue Stereometrie weit über das übliche Ziel hinaus, gibt neben den Lehrsätzen umfangreiches Übungsmaterial, betont die Konstruktion und die Berechnung gleichmässig und wird somit an Vielseitigkeit und Gediegenheit des Inhalts wohl von keinem der hervorragenderen Lehrbücher erreicht.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung
in Leipzig.

Elemente der Geometrie der Lage

für den Schulunterricht

bearbeitet von

Dr. Rudolf Böger,

Professor am Realgymnasium des Johanneums in Hamburg.

Mit 33 Figuren.

Preis: Kartonniert 90 Pfg.

Formeln und Lehrsätze

der

Allgemeinen Mechanik

in systematischer und geschichtlicher Entwicklung

von

Dr. Karl Heun,

Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe

Mit 25 Figuren im Text.

Preis: Gebunden Mk. 3.50.

Theorie des Schlick'schen Massenausgleichs

bei mehrkurbeligen Dampfmaschinen

von

Dr. Hermann Schubert,

Professor an der Gelehrtenschule des Johanneums in Hamburg.

Preis: Broschiert Mk. 12.—.

Göschens Kaufmännische Bibliothek

Sammlung praktischer kaufmännischer Handbücher, die nach ihrer ganzen Anlage berufen sein sollen, sowohl im kaufmännischen Unterricht als in der Praxis wertvolle Dienste zu leisten.

Bd. 1: **Deutsche Handelskorrespondenz** von **Robert Stern,** Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Dozent an der Handelshochschule zu Leipzig. Geb. Mk. 1.80.

Bd. 2: **Deutsch-Französische Handelskorrespondenz** von Prof. **Th. de Beaux,** Oberlehrer an der Öffentlichen Handelslehranstalt und Lektor an der Handelshochschule zu Leipzig. Geb. Mk. 3.—.

Bd. 3: **Deutsch-Englische Handelskorrespondenz** von **John Montgomery,** Director, and Hon-Secy, City of Liverpool School of Commerce, University College in Liverpool. Geb. Mk. 3.—.

Bd. 4: **Deutsch-Italienische Handelskorrespondenz** von Professor **Alberto de Beaux,** Oberlehrer am Königl. Institut S. S. Annunziata in Florenz. Geb. Mk. 3.—.

Die Zeichenkunst

Methodische Darstellung des gesamten Zeichenwesens

Herausgegeben von **Karl Kimmich.**

Unter Mitwirkung von **A. Andël. A. Cammissar, Ludwig Hans Fischer, M. Fürst, Otto Hupp, Albert Kull, Konrad Lange, Adalbert Micholitsch, Adolf Möller, Paul Naumann, Fritz Reiss, A. v. Saint-George, A. Stelzl, R. Trunk, J. Vorderlinn** u. anderen.

Zwei starke Bände mit 1091 Text-Illustrationen sowie 56 Farb- und Lichtdrucktafeln.

Preis: Gebunden Mark 25.—.

Auch in 23 Heften à Mk. 1.— zu beziehen.

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung in Leipzig.